Lane Medical Library

Blutveränderungen durch Märsche.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

AM 1. AUGUST 1895

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Friedrich Tornow

aus Sternberg (Provinz Brandenburg).

OPPONENTEN:

Herr Dd. med. W. Müller.
„ Dd. med. F. Helm.
„ Dd. med. H. Wichmann.

BERLIN

C. VOGTS BUCHDRUCKEREI (DR. E. EBERING).

Linkstrasse 16.

Meinen teuren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153524_0291

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung den Belastungsmärschen, die im Sommer 1894 vom Königlich Preussischen Kriegsministerium veranlasst sind. Zweck dieser Märsche, die von Studierenden des Friedrich-Wilhelms-Institutes in feldmarschmässigem Anzuge unter Leitung des Herrn Stabsarztes Dr. Schumburg ausgeführt wurden, war der, festzustellen, inwieweit die Funktionen des menschlichen Organismus durch körperliche Anstrengungen Veränderungen eingingen, namentlich unter Berücksichtigung der grösseren oder geringeren Belastung. Untersucht wurden, abgesehen von einer genauen Kontrolle der meteorologischen Thatsachen und der geleisteten Arbeit: Allgemeinbefinden, Stoffaufnahme und— abgabe, Respiration, Temperatur und Puls, psychische Reaktion und ergographische Leistung, Grösse der Herz- und Leberdämpfung, Urin und Blut. Die im Blute auftretenden Veränderungen hatte ich in Gemeinschaft mit Herrn cand. med. Fischer einer näheren Beobachtung zu unterziehen. Für seine treue Hilfe und Ausdauer, sowie dafür, dass er mir die wissenschaftliche Bearbeitung der grösstenteils gemeinsam gefundenen Ergebnisse freundlichst überlassen hat, bin ich ihm zu grossem Danke verpflichtet.

Die Untersuchungen wurden im physiologischen Laboratorium des Herrn Prof. Zuntz in der landwirtschaftlichen Hochschule vorgenommen, die nötigen Apparate pp. waren vom Friedrich-Wilhelms-Institut zur Verfügung ge-

stellt. In der Regel wurde dreimal in der Woche marschiert, an den übrigen Tagen fanden fast stets Ruhebestimmungen statt. Im ganzen sind für das spec. Gewicht 155, für die roten Blutkörperchen 124 und für die weissen 151 einwandsfreie Ruhewerte erhalten. Diese gewährten gerade durch ihre Menge eine genaue Kontrolle über die Handhabung der Untersuchungsmethoden, sodann boten sie auch in vielen Punkten wertvolle Aufschlüsse über die Art und Weise, in welcher die Organe zu ihrer normalen Funktion zurückkehrten. An den einzelnen Marschtagen waren vor dem Ausrücken und möglichst bald nach der Rückkehr die roten und weissen Blutkörperchen zu zählen, das spec. Gewicht des Blutes zu bestimmen, sowie (aber nur in den sechs letzten Märschen) das Verhältnis der Lymphocyten zu den polynukleären Leukocyten in Ehrlichschen Trockenpräparaten festzustellen. Haemoglobinbestimmungen wurden nicht vorgenommen, um die an sich sehr zahlreichen Untersuchungen nicht noch zu vermehren; zumal bei der relativen Unzuverlässigkeit des Fleischlschen Apparates. Denn eine hier mögliche Fehlergrenze von 15 pCt. macht zwar bei hochgradig anämischen Personen für die Beurteilung von Seiten des Klinikers nicht viel aus, war aber für unsere Zwecke viel zu hoch. Auf die spektrophotometrische Methode, die wir Vierordt verdanken, konnten wir uns aus Zeitmangel erst recht nicht einlassen. Andererseits hielten wir diesen Teil auch für weniger wichtig, da nach den übereinstimmenden Berichten neuerer Autoren (Siegl, Wiener klin. Wochenschrift 1891; Hammerschlag, Zeitschrift für klinische Medizin Bd. 20. 1892) der Haemoglobingehalt mit der Blutdichte streng parallel geht, letztere aber mit besonderer Sorgfalt von uns untersucht ist.

I. Die Untersuchungsmethoden.

Auf die Untersuchungsmethoden muss ich etwas näher eingehen. Wenn man es nur mit einer Person zu thun hat und die nötigen Operationen gleich nach Entnahme des Blutes ungestört vornehmen kann, so bleibt es sich, Genauigkeit vorausgesetzt, nach meiner Ansicht ziemlich gleich, welche von den üblichen Methoden angewandt wird. Für uns war aber ein derartiges Verfahren nicht ausführbar.

Kehrten die Marschierenden vom anstrengenden Dienste heim, so suchte jeder die nötigen Experimente natürlich mit möglichster Beschleunigung über sich ergehen zu lassen; andererseits galt es für die wissenschaftlichen Mitarbeiter, schnell bei der Hand zu sein, um die durch den Marsch bedingten Veränderungen möglichst frisch aufzunehmen, zumal es sich um 5 zu Untersuchende handelte. Das Blut wurde also mit thunlichster Eile in genügender Quantität entnommen und für die einzelnen Zwecke vorbereitet; aber bis zur Zählung und Wägung selbst verging bis zu einer halben Stunde und noch mehr. Wir konnten demnach nur Methoden, Apparate, Verdünnungsflüssigkeiten pp. gebrauchen, welche das Blut während dieser Zeit unverändert liessen. Ferner mussten, da die gefundenen Differenzen bei weitem nicht die Werte erreichen, wie sie der Kliniker bei direkt pathologischen Zuständen sieht, die Fehlerquellen, soweit dies eben bei derartigen Untersuchungen möglich ist, vermieden werden, was speciell für die Zählung der weissen Blutkörperchen in Betracht kam.

Das Blut wurde nicht mit der Nadel, sondern mit der Lanzette gewonnen, weil diese weniger Schmerz verursacht und bei relativ flachem Schnitt schneller die genügende Menge Blut liefert. Ferner schnitten wir nicht in die Fingerkuppe ein, sondern in das Ohrläppchen, weil die Marschierenden die Finger beim An- und Auskleiden, Gepäckumhängen und Gewehrtragen beständig gebrauchten, und demnach die Blutstillung sich unbequem erwiesen hätte. Hinzu kommt noch, dass das Ohrläppchen wegen der fehlenden Falten sich leichter reinigen lässt und zur Abnahme des Bluttropfens bei der Bestimmung des spec. Gewichtes wie von der Natur geschaffen erscheint. Wenigstens waren bei den paar Versuchen, die wir mit der Fingerkuppe anstellten, zuverlässige Resultate recht mühsam zu erzielen. Die ursprüngliche Absicht, mit Ohr und Finger einigermassen abzuwechseln, gaben wir deshalb auf, weil es nicht völlig gleich zu sein scheint, welchem Körperteil und welcher Art von Blutgefässen das nötige Quantum entzogen wird. Bei unseren Untersuchungen sickerte, soweit ich übersehen kann, (gerade wie bei allen klinischen Blutuntersuchungen) im wesentlichen kapillares Blut aus

der Wunde hervor[1]). Demgemäss waren die Angaben Malassez' (Archives de Physiol. 1874) und Leichtensterns (Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes, Leipzig 1878), dass arterielles Blut überall gleich reich an Körperchen sei, venöses aber durchaus nicht, für uns belanglos. Dasselbe gilt von Hayems Untersuchungen (Du sang pp. p. 203), der am Kaninchenohr für die roten Blutkörperchen in Arterie, Vene und Kapillare keinen Unterschied finden konnte, wohl aber für die Leukocyten. Bei uns handelte es sich demnach nur um die Frage, ob kapillares Blut an allen Körperteilen gleich viel Elemente enthalte. Theoretische Erwägungen machen es wahrscheinlich, dass die Zahl derselben von der Stärke des Blutdruckes in dem betreffenden Kapillarsysteme abhängt. Da dieser sich nun nicht überall gleich verhält, so liegt die Annahme nahe, dass auch der Körperchengehalt verschieden sei. Kostjurin (Petersburger mediz. Wochenschr. 1880) fand denn auch ziemlich grosse Unterschiede, welche z. B. in der Supraklavikulargegend und der kleinen Zehe bis 20 pCt. betrugen. Reinert (Die Zählung der Blutkörperchen, Leipzig 1891) hält indes auf Grund ausgedehnter eigener Untersuchungen beträchtliche Differenzen für ausgeschlossen. Jedenfalls scheint mir dieser Punkt noch nicht völlig aufgeklärt zu sein, und es wurde deshalb prinzipiell das Blut aus dem Ohrläppchen entnommen. Letzteres, sowie die Lanzette wurde vorher mit absolutem Alkohol und steriler Watte sorgfältig gereinigt, und bei der Schnittführung nach Möglichkeit mit den einzelnen Stellen gewechselt. Namentlich wenn bereits 24 Stunden seit der Verletzung verstrichen waren, wurde der schon vorhandene Schnitt nicht wieder zur Blutentnahme benutzt. Denn dann hatte sich bereits zwischen die Wundränder eine aus Leukocyten bestehende Verbindungsschicht gelagert, die bei der Zählung dieser Elemente falsche Resultate geben musste. Irgend-

[1]) Kleine Hautvenen von cr. $^1/_{10}$ mm Durchmesser sind gewiss auch oft genug angestochen worden; indessen ist eine Trennung derselben von Kapillaren unmöglich und auch, da die erwähnten Litteraturangaben sich lediglich auf grössere Venenstämme beziehen, für unsere Zwecke überflüssig.

wie erheblicher Druck gegen die Wunde wurde vermieden, da sonst gleichzeitig Gewebsflüssigkeit herausgepresst und dadurch Blutdichte wie Blutkörperzahl verändert worden wären.

Die Bestimmung des spec. Gewichtes versuchten wir zuerst mittelst der Schmaltzschen Kapillarpyknometer (Deutsches Archiv für klin. Medizin Bd. 47 1890), die uns von Herrn Stabsarzt Grawitz empfohlen wurden. Sie bestehen bekanntlich aus einer etwa 1 dm langen und 1 mm dicken Röhre, die an den Enden ausgezogen ist, um das Herauslaufen des Blutes zu verhindern. Die Röhrchen werden zuerst leer und trocken gewogen, dann mit destilliertem Wasser und endlich mit Blut; eine einfache Division ergiebt dann das Verhältnis zwischen Blut und Wasser =spec. Gewicht. Eine irgend messbare Verdunstung während der kurzen Zeit des Wägens ist nicht nachzuweisen. Wenigstens war in unseren Fällen, nachdem die gefüllte Röhre drei Minuten auf der Wage gelegen hatte, noch nicht der geringste Unterschied wahrzunehmen. Sodann sind auch, wovon wir uns selbst überzeugt haben, mit dieser Methode Resultate zu erzielen, welche bis auf $^1/_{10}$ der dritten Dezimale genau sind. Trotzdem war dieselbe für unsere Zwecke unbrauchbar, weil sich, von vielen anderen Punkten abgesehen, die vorzeitige Blutgerinnung in den Röhrchen ohne Schaden für die Genauigkeit der Resultate nicht verhindern liess. Bei den ersten Versuchen, die zur Einübung dienten, machte bereits die Füllung der Röhren grosse Schwierigkeiten; wenn der Schnitt nicht besonders gross gewählt war (und hierbei mussten wir aus äusseren Gründen ziemlich schonend verfahren), gerann das Blut meist schon, bevor die Hälfte der Röhren gefüllt war. Hierbei möchte ich anführen, dass selbst Geübteren die schnellere Füllung nicht leicht gelingt; einem Herren, der längere Zeit mit der Methode gearbeitet hat, gelang unter drei Versuchen erst einer, einem Anfänger unter zwölf Versuchen gar keiner. Nun mag ja sein, dass die Röhren, deren wir uns bedienten, z. T. ein grösseres Volumen enthielten, als von Schmaltz beabsichtigt war, obschon wir sie nach den Angaben dieses Autors aus Dresden bezogen hatten. Jedenfalls konnten wir aus den oben angeführten

Gründen nur ein Verfahren anwenden, das, ohne besonders grosse Vorsicht zu erheischen, gleich beim ersten Male zum Erfolge führte. Um jedoch bei der Methode bleiben zu können, versuchten wir folgende kleine Aenderung. Zur Vermeidung der Gerinnung wurden die Röhrchen mit Ammoniumoxalat gefüllt und durch wiederholtes Ausblasen wieder davon befreit; der geringe an den Wänden haften bleibende Rest gestattete dann eine glatte Füllung mit Blut. Leider wurden die Resultate dadurch ungenau. Wiederholt an demselben Blute mit und ohne diesen Zusatz vorgenommene Wägungen ergaben, wie man auch annehmen konnte, beträchtliche Differenzen. Bei einer Probe z. B. 1,063—1,059—1,055. Mehr als vier Einheiten in der dritten Dezimale betragen aber auch die durch körperliche Anstrengung und Schweissabgabe bedingten Veränderungen nicht. Wir mussten also auch dieses Hilfsmittel verlassen.

Hatten wir nun aber auch ohne Benutzung von Ammoniumoxalat die Röhrchen glücklich gefüllt und, was sich durchaus nicht gleich daran anschliessen konnte, auch korrekt gewogen, so sass — und das war ein neuer grosser Nachteil — in der Röhre ein Gerinnsel, das sich der zugespitzten Enden wegen durch kein Mittel entfernen liess. Versucht wurde hierzu in erster Linie Kalilauge, welche von Schmaltz besonders empfohlen ist; mehrstündiges Liegenlassen darin bewirkte wohl eine geringe Lösung an den Enden, in der Mitte aber war alles unverändert. Ein Durchblasen war absolut unmöglich und auch wegen event. Verletzung der Mundschleimhaut sehr lästig. Sodann aber ist es doch unzweifelhaft, dass die Kalilauge bei längerer Einwirkung das Glas anätzen und so fortwährend zu neuem Tarieren Veranlassung geben muss. Auch ein Reinigen mit kochender Schwefelsäure, wozu uns von Herrn Prof. Zuntz geraten war, hatte keinen Erfolg. Desgleichen gelang wegen der geringen Weite der Oeffnungen ein Durchstossen mit starrem Drahte nicht. Verkohlen des Blutes führte auch nicht zum Ziele; abgesehen von dem unangenehmen Geruch trat bei unvorsichtigem Erhitzen zu leicht Verbiegung und Schmelzen der Röhrchen ein. Zu einem mehrstündigen, langsamen Veraschen im Wärmeschrank

aber fehlte es uns an Material; auch heftete sich bei diesen Manipulationen immer etwas Trockensubstanz fest an die Glaswände an. Wir hatten also, wenn wir bei der Schmaltzschen Methode bleiben wollten, nur die Möglichlichkeit stets neue Pyknometer zu benutzen, sorgfältig jedes zu tarieren und alle gebrauchten, auch diejenigen, bei denen der Versuch des Aufsaugens nicht gelang, einfach wegzuwerfen. Aus allen diesen Gründen mussten wir uns nach einer anderen, für uns bequemeren Methode umsehen.

Es war dies die aräometrische Gewichtsbestimmung, welche kurz vorher im Zuntzschen Laboratorium von Dr. Eger in einer längeren Versuchsreihe erprobt war. Die ersten Angaben hierüber stammen von Fano und Roy. Der erstere hielt sich Gummilösungen verschiedenen Gehaltes, der letztere Mischungen von Glycerin mit Wasser vorrätig, in welche dann der Reihe nach die Blutstropfen hineingethan wurden. Die eingehenden Untersuchungen von Lloyd-Jones (On the variations in the specific gravity of the blood in health. Journ. of Physiol. VIII) wurden ebenfalls mit Glycerinmischungen vorgenommen. Erheblich verbessert wurde das Princip aber erst durch die von Hammerschlag (l. c.) eingeführten Modifikationen. Nach diesem Autor lässt man in ein Gemisch von Benzin und Chloroform, etwa zu gleichen Teilen, das ungefähr ein spec. Gewicht von 1050—1060 hat, einen Tropfen von dem zu untersuchenden Blute hineinfallen; durch Zufliessen des einen oder anderen Reagens wird dieser dann zur Schwebe gebracht. Das spec. Gewicht dieser Mischflüssigkeit, das nun mittelst einer vorher genau eingestellten Mohrschen Wage bestimmt wird, ist dann gleich dem spec. Gewicht des Blutes. Die Methode zeigte sich als sehr bequem und lieferte bei verhältnismässig geringen Kautelen auch genaue Resultate bis zur 3. Dezimale. Der Einwand einer Verdunstung vor und während des Wägens, welche thatsächlich in gar nicht so unbedeutendem Grade stattfindet, kommt nicht in Betracht; denn Benzin siedet bei 60—80°, Chloroform bei 62°, also bei annähernd gleicher Temperatur, so dass von dem einen soviel wie vom andern verdunstet. Vier unmittelbar hintereinander angestellte Kontrolversuche mit Blutproben desselben Menschen lieferten denn auch

stets dasselbe Resultat. Auch stimmen nach Hammerschlag die Ergebnisse völlig überein mit Versuchen, die nach Schmaltzscher Methode angestellt sind. Desgleichen fand Prof. Zuntz, als er die von Dr. Eger ausgeführten Bestimmungen mehrfach mittelst eines genauen Pyknometers kontrollierte, stets Resultate, die bis auf eine Einheit der dritten Dezimale übereinstimmten. v. Limbeck (klinische Pathologie des Blutes, Jena 1892) meint zwar, ohne jedoch einen Grund dafür anzugeben, dass die Hammerschlagschen Zahlen meist etwas zu hoch sind, eher scheint mir jedoch noch aus den ausgedehnten Kontrolversuchen Hammerschlags hervorzugehen, dass die mittelst des Pyknometers gewonnenen Resultate um $^1/_2$ bis 1 der dritten Dezimale höher sind. Derartige Differenzen liegen übrigens innerhalb der unvermeidlichen Fehlergrenzen. In eigener Sache kann ich für die Güte unserer Methode nur anführen, dass die stattliche Reihe von Ruheversuchen für die einzelnen Herren eine geradezu überraschende Harmonie im spec. Gewicht aufweist.

Als grosser Vorzug gegen die Schmaltzsche Methode ist auch anzuführen, dass der eine Tropfen, der nötig ist, nur von mittlerer Grösse zu sein braucht. Meist war der Schnitt derartig, dass das Blut spontan abfloss, im anderen Fall nahmen wir es einfach mit der Lanzette vom Ohr ab und schütteten es in die Mischung hinein. Dass diese vor dem Gebrauch jedesmal gut filtriert wurde, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Auch wurde sorgfältig darauf geachtet, dass keine Lanugohärchen oder Luftblasen am Tropfen hingen, die dann freilich das spec Gewicht bedeutend modificierten; meist liessen sie sich leicht entfernen.

Die Werte, welche wir so mit der Hammerschlagschen Methode erhielten, mussten jedoch, um sich mit einander vergleichen zu lassen, auf eine Normaltemperatur (= 17,5° C.) reduciert werden. Zu dieser Reduktion benutzten wir die in den Landolt-Börnsteinschen Tabellen, 2. Auflage, S. 37 angegebenen Werte für die Dichte des luftfreien Wassers bei verschiedenen Temperaturen. Hiernach ist das gefundene spec. Gewicht für jeden Grad C. über 17,5° um 2 Einheiten in der 4. Dezimale zu erhöhen, ev. bei unter

17,5° zu vermindern. Als Grundlage diente jedesmal die Zimmertemperatur der Untersuchungszeit.

Ueber die Methode der Blutkörperchenzählung kann ich mich kürzer fassen. Für die roten Elemente wurde die von Thoma-Zeiss konstruierte, bei den deutschen Forschern allgemein übliche, enge Mischpipette benutzt. Als Konservierungsflüssigkeit diente durchweg physiologische Kochsalzlösung, welche noch nach Stunden die Blutkörperchen völlig intakt zeigte. Um die Leukocyten besser hervortreten zu lassen, war etwas Gentianaviolett hinzugefügt. Die Verdünnung betrug in der Regel 1 : 200, oft wurde das Blut aber auch bis zur Marke 0,6—0,7—1,0 aufgesogen, was dann die Fehlerquellen wegen der grösseren Zahl der gezählten Elemente verminderte. Regelmässig wurde gut durchgeschüttelt und sodann sorgfältig darauf gesehen, dass von dem Gemisch nichts zwischen Deckgläschen und Zählkammer über die Rinne hinaus geriet. Nachdem sich die Blutkörperchen gesenkt hatten, wurden dann mit einer Vergrösserung von 300 meist 80—100 Quadrate, die ca. 500—1000 Zellen enthielten, durchgezählt. Hierbei wurde auf eine möglichst gleiche Verteilung in den einzelnen Feldern geachtet. Gereinigt wurden die Pipetten mit Wasser, Alkohol und Aether, die mittelst eines einfachen oder Wasserstrahl-Gebläses hindurchgetrieben wurden, von Zeit zu Zeit auch mit Salzsäure; letztere entfernte sehr schön die kleinen Blutmengen, die sich trotz aller Vorsicht bisweilen im kugeligen Teil der Röhre ansetzten.

In Bezug auf die Genauigkeit ist noch zu bemerken, dass mir die Arbeiten von Lyon und Thoma (Virchows Archiv, Bd. 94), Reinecke (Virchows Archiv Bd. 118) und Reinert (l. c.) wohl bekannt sind. Zu einer Zählung von ca. 5000 Zellen, welche diese Autoren für nötig halten, entschlossen wir uns aber aus mehreren Gründen nicht. Erstens hatten wir es nicht mit einer einzelnen Beobachtung, sondern mit einer fortlaufenden Reihe zu thun, für die selbst Lyon-Thoma eine weit geringere Zahl als erforderlich betrachtet; einzelne auffällige Werte wurden dadurch sofort in das richtige Licht gesetzt. Sodann kam es uns doch weniger darauf an, die geringen Schwankungen

je nach der Tages- und Jahreszeit, Nahrungsaufnahme u. s. w. zu konstatieren; hierfür würde es allerdings nicht ausreichen 80—100 Quadrate zu durchmustern. Denn bei einer Zählung von 1000 Zellen, wie sie in 100 Quadraten etwa enthalten sind, beträgt der wahrscheinliche Fehler nach Thoma immer noch gegen 2 Procent. Bei 5000000 roter Blutkörperchen macht dies bereits einen Unterschied von $\pm$ 100000 Zellen aus. Bei unseren Untersuchungen betrug aber die Differenz in der Morgen- und Mittag-Zählung im Mittel 500000 Zellen; die mögliche Fehlergrenze ist also einem derartigen Ausschlage gegenüber verhältnismässig unbedeutend. Wir begnügten uns demnach mit der angegebenen Zahl von Quadraten und haben damit auch ganz brauchbare Resultate erhalten.

Für die Zählung der Leukocyten, die durch Färbung mit Gentianaviolett gegen die roten Elemente sich abhoben, bedienten wir uns zuerst derselben engen Mischpipette. Auf diese Weise hofften wir, indem wir etwa 30 Gesichtsfelder durchmusterten, die Mengenverhältnisse beider Elemente in demselben Präparate bestimmen zu können, und gelangten hierbei auch zu Werten, die mit den allgemeinen Angaben zunächst ganz gut übereinstimmten. Gleich bei den ersten Märschen erhielten wir aber trotz sorgfältiger Arbeit und trotz der gleichen äusseren Bedingungen bald starke Vermehrung bis auf 200 Procent, bald gar keinen Ausschlag oder sogar beträchtliche Verminderung. Als wir daraufhin zur Prüfung der Methode Blutproben von demselben Menschen kurz hintereinander untersuchten, stellten sich Differenzen bis zu 50 Procent heraus. Die Methode war deshalb für unsere Zwecke zu verwerfen; sie ist nur dann brauchbar, wenn starke Hyperleukocytose besteht (etwa 100000 Zellen pro cbmm), aber nicht, wenn es gilt, Differenzen von höchstens einigen Tausend festzustellen. Macht doch eine Zelle mehr oder weniger bei dieser Verdünnung bereits gegen 10 Procent aus! Reinecke (l. c.) richtet zwar auch die weissen und roten Blutkörperchen gleichzeitig an, sichert sich aber dadurch genaue Resultate, dass er in cr. 20000 Feldern die Leukocyten zusammenzählt; wahrlich keine Kleinigkeit! Da ist es denn doch einfacher, wenn auch dazu weit mehr Blut erforderlich ist,

die weiten Thomaschen Pipetten zu nehmen und mit einer Verdünnung von 1 : 20 zu arbeiten.

Die Erythrocyten, die bei einer derartigen Verdünnung sehr störend sind, suchten wir zuerst mit Glycerin zu beseitigen, was nur unvollkommen gelang, dann mit der von Thoma angegebenen $^1/_3$% igen Essigsäure. Auch hier zeigten sich indessen, wenn auch nur selten, trotz genauer Arbeit Klumpen, die viele Leukocyten einschlossen und das Präparat unbrauchbar machten. Dagegen konnten wir den Einwand Reineckes, dass die kleinen Lymphocyten in diesem Reagens leicht übersehen werden, nicht für begründet halten; es gehört nur eine gewisse Sorgfalt dazu, sie scharf einzustellen. Die Leukocyten wurden, wie dies Thoma vorschreibt, nicht in Quadraten, sondern in Gesichtsfeldern gezählt; meist waren es 25. Aus der erhaltenen Zahl liess sich dann leicht die Menge pro cbmm berechnen.

Das Verhältnis zwischen Lymphocyten und polynukleären Leukocyten suchten wir zuerst nach den Zappertschen Angaben zu bestimmen (Zentralblatt für klin. Medizin 1892); als Konservierungs- und Färbeflüssigkeit dient hier ein Gemisch, das zur Hälfte aus einprocentiger Osmiumsäure, zum andern Teil aus Wasser-Glycerin-Eosin besteht; Wir hätten hiermit gleichzeitig eine Zählung der Gesamt-Leukocyten verbinden können. Dieses Verfahren gaben wir aber bald namentlich deshalb auf, weil die dicken Deckgläser keine Oelimmersionslinsen anzuwenden gestatteten, ohne Benutzung der letzteren aber die sichere Unterscheidung der einzelnen Elemente uns Schwierigkeiten bereitete. Wir sahen uns also, wenn auch weit mehr Mühe damit verbunden war, auf Trockenpräparate angewiesen; die Unterweisung in der Herstellung derselben, sowie die Färbeflüssigkeiten selbst verdanken wir der Güte des Herrn Prof. Ehrlich. Da wir uns genau nach dessen Vorschriften richteten, so glaube ich auf eine nähere Erörterung dieser Punkte verzichten zu können. Ich füge nur hinzu, dass, da unsere Präparate nicht für subtile histologische Untersuchungen bestimmt waren, das Fixieren möglichst einfach durch mehrmaliges Durchziehen durch die Flamme des Bunsen-Brenners geschah. Bei der Zählung

selbst kam nach den ersten Probeversuchen stets ein verschiebbarer Objekttisch in Anwendung.

II. Die Resultate in der Ruhe.

Gehen wir nun auf die Ergebnisse unserer Untersuchungen über. Als Einübungszeit betrachte ich die ersten zwei Wochen; sie dienten hauptsächlich zur endgültigen Festsetzung der Methoden und zur Einübung auf dieselben. Hierbei haben wir denn auch manch missglückten Versuch und manch sonderbares Resultat zu verzeichnen. Nach dieser Zeit aber erhielten wir bei den zahlreichen Ruheversuchen recht konstante Werte. Auffallende Abweichungen, die bisweilen auch jetzt noch auftraten, fanden ihre Erklärung fast stets in dem „Verhalten" der betreffenden Untersuchten vor dem Marsch. Ich glaube hierhin besonders rechnen zu dürfen: reichliche Aufnahme von Bier oder Wein für die Blutdichte und Erythrocyten, unruhigen oder nicht ausreichenden Schlaf für die Leukocyten. Gerade auf die Menge der letzteren scheinen psychische Erregungen besonders stark einzuwirken. Zahlen, welche aus diesen Gründen zu Bedenken Anlass gaben, sind in den folgenden Tabellen mit einem !, solche bei denen die Möglichkeit eines Fehlers nicht unbedingt von der Hand zu weisen war, mit einem ? bezeichnet.

Die Untersuchungen selbst sind in der Regel früh um 6 oder um $9^1/_2$ Uhr angestellt worden, an Tageszeiten also, wo der Einfluss der Nahrung pp. noch nicht in Betracht kam. Werte, die abweichend davon erst um Mittag erhalten wurden, tragen in den Tabellen ein M. Die Nahrungsaufnahme bis zur Untersuchung betrug zumeist nur eine Tasse Kakao oder Kaffee und ein Brödchen, bisweilen noch ein Ei.

Die Ruhewerte, die für die Blutdichte erhalten wurden, sind in den folgenden Reihen verzeichnet, wobei der Vollständigkeit wegen auch die in den ersten 14 Tagen gewonnenen angeführt sind, ohne Anspruch auf grosse Genauigkeit zu erheben.

Bis zum 10. Mai.

Herr C.	1059,8	1054,6	1059,5	1056
	1056	1056	1056,5	
Herr B.	1058,9	1058,9	1054?	1060,5
Herr F.	1066?	1060	1059,2	1060,2
	1062	1060		
Herr S.	1062,6	1061,4	1061,5	1062
	1059			
Herr P.	1069?	1060	1064,5	1060

Trotz mancher Sprünge zeigt sich in diesen Zahlen schon eine gewisse Gesetzmässigkeit. Die Resultate vom 11. Mai ab sind:

H. C.	1058	1056,7	1057,7	1057
	1056,2	1056,7	1056 M	1057
	1061?	1057,3	1058	1055,8
	1055,6	1057,5	1057	1057
	1057,6	1056,7	1056,9	1057
	1056,6	1057	1056,5	1057
	1057	1057	1055,3	
H. B.	1057,7	1058,8	1059,3	1058,2
	1056	1058,2	1060,3	1060
	1056 M	1059,9	1056	1060,1
	1058,5	1059 M	1062	1064,6?
	1061,1	1061,5	1061,2	1060,8
	1059,5	1058,7	1058,9	1059
	1058,5	1059	1058,6	1059
	1058,5	1058,5	1059	1058,5
	1058	1058	1059	1058,5
H. F.	1061,9	1059,7	1058!	1060!
	1059,7	1058,2	1062	1059,2
	1059	1060,3	1060,4	1058
	1057!	1059	1062	1052!
	1059,6	1061,1	1059	1058,7
	1058,6	1059,9	1059,5	1059,5
	1059	1058,5	1059	1058,1
	1058	1058	1059	1058,5
	1059,3	1059		
H. S.	1060,9	1060,1	1060,2	1059,1
	1058,7	1064,2	1064	1063,1
	1063,1	1060,3	1062,4	1061,8

	1061,1	1060	1061,5	1061
	1063,1	1062	1060,5	1060,9
	1061,8	1061,5	1061,9	1062
	1061,5	1060,5	1061,5	1061,1
	1061,5	1061	1061	1061
	1059,3	1059,5	1061	
H. P.	1061,9	1060,8	1062,2	1062,2
	1062	1061,5	1061,2 M	1062,1
	1061,5	1062,5	1062	1063,3
	1059,5 M	1061,5	1061,7	1062,7
	1059,7	1060,9	1060	1060,4
	1060,5	1060,5	1060,5	1060
	1059,6	1060,5	1060,5	1059,5?
	1060,5	1060,1	1061,3	

Nach diesen stattlichen Reihen liegt demnach das spec. Gewicht des Blutes bei gesunden männlichen Individuen im Alter von 20—25 Jahren zwischen 1055,3 und 1064,2. Von den 155 einwandfreien Werten (alle in den Tabellen irgendwie gekennzeichneten, sowie diejenigen bis zum 11. Mai sind hiervon ausgeschlossen) liegt nur einer unter 1055,5, nur 2 über 1063,5, die weitaus grösste Zahl dagegen zwischen 1057 und 1062. Nehmen wir die Mittelwerte, so finden wir für

C = 1056,8 B = 1059,2
F = 1059,4 S und P = 1061,2.

Als Gesamtmittel würde sich ergeben 1059,6. Wir haben demnach, da B = F und S = P ist, drei Gruppen, die auch für die ganze Dauer der Untersuchungen, wie ein Blick auf die Reihen zeigt, ziemlich scharf geschieden bleiben, In einzelnen Fällen zeigen sich bei derselben Person allerdings etwas grössere Schwankungen; bei C von 1055,3—1058, bei B von 1056—1062, bei E von 1058—1062, bei S von 1058,7—1064,2, bei P von 1059,5—1063,3.

Unsere Resultate stimmen mit den Angaben der Forscher, welche sich mit der Blutdichte beschäftigt haben. nur teilweise überein. Während für die obere Grenze zwar überall einigermaassen dieselben Werte angegeben werden, herrschen bei der unteren bedeutende Abweichungen. So giebt Peiper an 1045—1066 (Centralblatt für klin. Medizin 1891), Landois in seinem Lehrbuch 1045—1075, Lloyd-Jones 1035—1068, Siegl geht sogar bis auf 1025 herab. Dagegen findet sich zwischen unseren Zahlen und denen von Hammerschlag (1056—1063) und Schmaltz (1054,9—1062), den Vertretern der beiden jetzt gebräuch-

lichen Untersuchungsmethoden, eine ganz erfreuliche Uebereinstimmung. Die weitgehenden Differenzen beruhen meiner Ansicht nach zum Teil auf den Methoden, zum grösseren Teil aber wohl darauf, dass von den betreffenden Untersuchern auch pathologisches Material mit herangezogen ist. Ich glaube wenigstens als untere Grenze 1055 bei Gesunden ansehen zu müssen; namentlich deshalb, weil der für gewöhnlich als normal angenommene Durchschnittswert von 5 Millionen roter Blutkörperchen bei dieser Zahl gerade noch erreicht wird.

Was endlich den Einfluss der Tageszeiten betrifft, so soll nach den Angaben von Lloyd-Jones und Schmaltz eine wohl durch die grössere Flüssigkeitszufuhr bedingte Erniedrigung von etwa 2 in der dritten Dezimale um die Mittagszeit eintreten. In unseren Reihen stehen nur einige mit M bezeichnete Werte, die dies allerdings, obschon nicht immer eine volle Mahlzeit vorhergegangen war, zu bestätigen scheinen. Von Wichtigkeit wäre diese Beobachtung nur insofern, als der durch körperliche Anstrengung und Wasserabgabe bedingte, am Mittag gemessene Zuwachs durch eine derartige physiologische Abnahme nur noch bedeutender erscheinen würde; doch davon später.

Für die roten Blutkörperchen lauten die Ruhewerte bis zum 10. Mai.

Herr C.	5050000	5170000	5210000
	5450000	4770000	4710000
	4660000	5270000	5710000
Herr B.	5850000	5900000	4650000
	5220000	5850000	4000000
	5370000	5580000	5870000
Herr F.	5400000	5540000	5510000
	5690000	5410000	4940000
	5560000	5890000	5960000
Herr S.	5910000	5400000	5900000
	6430000	6570000	8850000
	6010000	5540000	5360000
Herr P.	5720000	6260000	6000000
	6540000	6450000	6110000
	6000000		

Die Zahlen sind in dieser Einübungszeit im allgemeinen schon recht übereinstimmend, namentlich bei C., F. und P. Vom 11. Mai ab ergaben sich folgende Ruhewerte.

Herr C.	4480000	4880000	5000000
	4860000	4150000 M.	4870000
	5190000	4890000	4830000
	4820000	4940000	4880000
	4980000	4850000	4400000
Herr B.	5170000	5350000	5390000
	5140000	5210000	5390000
	5290000	5250000	5190000
	5340000	5130000	5200000
	5210000	5170000	5180000
	5220000	5250000	5230000
	5210000 M.		
Herr F.	5840000	5570000	5400000
	5730000	5950000	5350000
	5230000	5840000	5140000
	5210000	5280000	5350000
	5280000		
Herr S.	5830000	5490000	5420000
	5410000	5670000	5610000
	5380000	5800000	5700000
	5670000	5830000	5530000
	5580000	5520000	5780000
	5580000	5920000 ?	5650000
Herr P.	6250000	6400000	6140000
	5510000 M.	5900000	5840000
	5770000	5910000	5630000
	5740000	5650000	5610000
	5730000	5630000	5530000
	5910000	5950000	6090000

Es ergiebt sich demnach, dass im Gegensatz zur Blutdichte die Zahl der roten Blutkörperchen innerhalb ziemlich weiter Grenzen liegt. Die äussersten von uns beobachteten zuverlässigen Werte sind 4400000 und 6400000; das Mittel beträgt für C = 4850000, für B = 5240000, für F = 5470000, für S = 5650000, für P = 5850000, das Gesamtmittel demnach 5410000. Zwischen C und P besteht also immer noch eine Differenz von einer vollen Million, die sich nur durch die Individualität der Betreffenden erklären lässt. Die Abweichungen vom Mittelwert sind bei den einzelnen Herren verhältnismässig unbedeutend; sie betragen bei C = 450000, bei B = 150000,

bei F = 480000, bei S = 270000, bei P = 550000, wobei noch zu bemerken ist, dass diese extremen Differenzen sich nur sehr selten finden. Ich bin daher mit Reinert der Ansicht, dass man bei der Blutuntersuchung an verschiedenen Tagen trotz der gleichen äusseren Bedingungen nicht immer die gleichen Werte erhält, kann aber die Reinecke'schen Angaben, dass trotz Zählung von 5000 Zellen in der Zahl der roten Blutkörperchen am Morgen Schwankungen auftreten, die sich bis über eine Million belaufen, nicht bestätigen. Ebenso geht, soweit man eben aus der Untersuchung von 5 Individuen einen allgemein gültigen Mittelwert ableiten darf, hinsichtlich der absoluten Zahlen aus unseren Resultaten hervor, dass das Mittel (= 5410000) nicht, wie mit Berufung auf Vierordt noch vielfach angenommen wird, 5000000 pro cbmm für gesunde kräftige Männer beträgt, sondern fast eine halbe Million darüber. Aehnliche Werte erhielt auch Hayem, Sörensen und Siegl. Nur bei einem Herren liegt der Durchschnittswert unter 5000000 (C), erreicht aber doch nicht jene Grenze, von der Hayem (p. 166) behauptet: Le chiffre de 4,5 ou 4,6 millions, qu'on rencontre assez souvent dans les grandes villes, est encore compatible avec une bonne santé, mais il indique déjà une certaine „faiblesse organique". Jedenfalls kann dieser letztere Ausdruck auf unseren Fall (C.) keine Anwendung finden. Denn der betreffende Herr ertrug die doch ziemlich anstrengenden Märsche genau so gut wie die anderen und auch wie Herr P., der das Maximum von 5850000 aufweist. Wohl aber würden die weitgehenden Differenzen in der Zahl der roten Blutkörperchen ein Analogon in der ganz verschiedenen Konstitution der beiden Herren finden. Herr P. war breitschulterig, untersetzt, mit blühendem Gesichtsausdruck und stark entwickeltem Knochen- und Muskelsystem, Herr C. dagegen gross, ziemlich schmächtig und etwas bleich. Die Gesichtsfarbe allein ist freilich, was besonders Leichtenstern und Reinert betonen, für die Blutbeurteilung nicht massgebend, da diese nur von der Füllung der Hautgefässe abhängt. So sah z. B. Herr B. im Gesicht weit frischer und gesunder aus wie Herr S. und nimmt doch in unseren Reihen eine niedrigere Stellung ein.

Ueber den Einfluss der Tageszeit kann ich mir, da ich nur über wenige darauf bezügliche Versuche verfüge, kein sicheres Urteil erlauben. Es scheint nach diesen aber

auch hier wie beim spec. Gewicht am Mittag eine Erniedrigung einzutreten, was mit den Angaben von Vierordt und Leichtenstern gut übereinstimmt. Die Abnahme würde sich durch die Zufuhr einer in der Nahrung mehr oder weniger reichlich enthaltenen Wassermenge erklären.

Was endlich das Verhältnis der Blutkörperchen zur Dichte betrifft, so besteht hierbei in der Ruhe bei gesunden Männern, im Gegensatz zu den Befunden bei den pathologischen Zuständen der perniziösen Anämie und Chlorose, ein ziemlich inniger Zusammenhang. Dem niedrigsten spec. Gewicht entspricht auch die geringste Zahl roter Blutkörperchen, und umgekehrt. Es ist dies eine Bestätigung der Angaben, welche Pflüger (sein Archiv Bd. 1) bereits im Jahre 1868 gemacht hat. Er fand, dass der Sauerstoffgehalt sowie der Hämoglobingehalt des Blutes mit dem spec. Gewicht desselben wachsen, und schloss daraus, da das spec. Gewicht der Blutkörperchen sowohl als das des Serum nahezu konstant sind, dass spec. Gewicht und Zahl der Blutkörperchen einander parallel gehen. Hammerschlag und Schmaltz kamen zu gleichen Resultaten. Man kann daher, wenn nur einer von diesen Punkten untersucht ist, auch über das Verhalten der anderen sich ein ungefähres Urteil bilden. Berechnet man unter dieser Voraussetzung bei gegebener Blutkörperchenzahl das spec. Gewicht, so findet man thatsächlich, dass ein so erhaltener Wert sich mit dem durch den Versuch gewonnenen in genügender Uebereinstimmung befindet.

Für Blutkörperchen und spec. Gewicht sind gefunden:

H. C	4850000	1056,8
B	5240000	1059,2
F	5470000	1059,4
S	5650000	1061,2
P	5850000	1061,2

Im Mittel 5 410 000 r. B. 1059,6 Sp. G.

Da nun das Blutplasma beim Menschen den nahezu konstanten Wert von 1028 besitzt, so ist der Anteil der Blutkörperchen am Blutgewicht im Mittelwert 1059,6—1028 = 31,6. Es kommt also auf 5410000 roter Blutkörperchen ein Blutkörperchengewicht von 31,6. Es ergiebt sich dann für H. C. ein Blutkörperchengewicht von $\frac{4850000 \cdot 31,6}{5410000} = 28,3$; nach analoger Berechnung für B = 30,6; F = 31,9; S = 33,0; P = 34,1.

Dazu das Plasmagewicht von 1028, ergiebt als berechneten Wert für das spec. Gewicht des Blutes:

	C	B	F	S	P
	1056,3	1058,6	1059,9	1061,0	1062,1
Gefunden:	1056,8	1059,2	1059,4	1061,2	1061,2
Differenz:	+ 0,5	+ 0,6	— 0,5	+ 0,2	— 0,9

Die Differenzen zwischen den gefundenen und berechneten Werten sind also ausserordentlich gering, und in Anbetracht der Fehlerquellen, mit denen bei der Zählung der Blutkörperchen stets zu rechnen ist, können wir diese Werte wohl als identisch betrachten und darin eine wertvolle Bestätigung finden für den oben behaupteten Parallelismus zwischen Blutkörperchen und spec. Gewicht.

Bei den Leukocyten sehe ich von den Zahlen aus der Einübungszeit, weil sie der mangelhaften Untersuchungsmethode wegen gar zu widerspruchsvoll sind, von vornherein ab. Die Ruhewerte vom 11. Mai an sind folgende:

Herr C.	5760	8000!	10880!	8660
	12200!	5280 M	6140	5940
	8300?	7450!	4030	6660
	5670	5610	7580	7620
	5890	7780	6220	6660
	7800	6300	6300	5720
	5810	6160		
Herr B.	6330	8470	6050	9130?
	7520	5480	4730	6600
	6200	7000	5340 M	6060
	6470	6730	6820	6800
	7460	9040	5400	8780
	8710	7590	7390	6470
	6990	6460	7980	6510
	6640	7780	6710	8220
	7850	7060	6540	
Herr F.	6930	6930	10400!	8000!
	7900	10260!	6120	8580
	4090 M	6910	4840	4400
	5080	5030	5580	4730
	4060	5830	6990	4810
	6690	5150	4840	6710
	6380	5970	5060	5960
	5470	6390	4750	6510
	6200	5310	6910	6200

Herr S.	5400	7250	6790	8360
	9020!	4600	5980	5730
	4450	4480	4730	50 0
	4950	5410	5470	4730
	5940	6200	6270	5640
	6660	6000	6200	5870
	6990	6470	6000	5940
	5670	6950	6140	5870
	6300	6420	6270	
Herr P.	7060	8360	4820	5720
	9270	5450	7200	7160
	6730	10100	6200	6160 M.
	7980	7790	8460	6970
	10160	6140	7060	6860
	7720	8050	6800	7800
	8800	7980	3529	7720
	8050	7850	8510	

Die Zahl der Leukocyten pro cmm. beträgt demnach 4060—10160. Während bei dem spec. Gewicht die Schwankungen nur acht Einheiten der 3. Dezimale, bei den roten Blutkörperchen noch nicht 50 % betragen, liegen hier die Grenzwerte um volle 150 % auseinander. Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, dass 1000 Zellen mehr oder weniger bei den Leukocyten bereits eine beträchtliche prozentische Steigerung bedeuten, sowie dass die hohen Zahlen namentlich im letzten Teile unserer Untersuchungen gefunden wurden, also vielleicht durch die gerade zuletzt grossen vorhergehenden körperlichen Anstrengungen (namentlich bei B. und P) hervorgerufen sind; hierauf wird später noch zurückzukommen sein. Vielleicht würde auch noch die eine oder andere von den hohen Zahlen bei der Berechnung der normalen Werte ausser Acht zu lassen sein, wenn die Anamnese sich stets genau hätte erheben lassen.

Die Einzelresultate bei einem und demselben Herrn weisen zwar auch bedeutende Schwankungen auf, zum Teil bis 100 %. Wenn wir aber von den wenigen störenden Zahlen absehen, so erhalten wir, insbesondere für C. F. und S. doch einigermaassen konstante Reihen. Während allerdings bei dem spec. Gewicht und den roten Blutkörperchen z. B. C. und P. scharf getrennt sind und auch nicht eine Zahl bei beiden gemeinsam vorkommt, haben wir bei den Leukocyten Werte wie 6000—7000 Zellen oft genug bei allen Herren: ein bestimmter Typus wie dort, er vielleicht mit der Konstitution und der Ernährung im Zusammenhange steht, lässt sich hier nicht aufstellen. Die Mittelwerte betragen für C = 6410, für B = 6960, für

F = 5840, für S = 5860, für P = 7340. Das Gesamtmittel ist also 6480. Es würden demnach in 1 cbmm Blut bei Gesunden 5000 bis 7000 Leukocyten enthalten sein, wobei Abweichungen nach oben und unten um 1000 Zellen noch als normal zu betrachten sind. Wie stimmen damit die Angaben anderer Autoren?

Während die Zahl der roten Blutkörperchen nach den neueren Forschern allgemein auf 5 bis 5½ Million bestimmt wird, also nur Differenzen von etwa 10 Prozent bestehen, schwanken die Angaben über die weissen gar sehr. Es ist sogar wiederholt die Frage aufgeworfen worden, ob die Ergebnisse, welche man mit der Thomas'schen Methode für die weissen Blutkörperchen erhält, der Anzahl der im cirkulierenden Blute vorhandenen Leukocyten thatsächlich entsprechen. Alex. Schmidt meinte im Anschluss an seine Gerinnungstheorie, dass in dem Augenblick, wo das Blut das Gefäss verlasse, bereits eine grosse Anzahl von Leukocyten zerfalle; seiner Ansicht schloss sich Cohnheim an. Neuerdings hat sich namentlich Prof. Löwit in Innsbruck (Virchows Archiv Bd. 117) dieser Frage zugewandt. Er fing das Blut in Oel aus dem angestochenen Finger auf und will dann ein Plus von im Maximum 80,5 % gegenüber dem alten Verfahren (Untersuchung von defibriniertem Blute) dabei beobachtet haben. Der Einfluss der Gerinnung fällt bei den jetzt angewandten Methoden von vornherein weg. Sodann macht aber Reinert auch darauf aufmerksam, dass die Leukocyten sich verschiedenen Reagentien gegenüber weit widerstandsfähiger zeigen als die roten Blutkörperchen, sowie dass ein Zerfall von Leukocyten bei mikroskopischer Betrachtung eines frisch entleerten Bluttropfens nicht wahrgenommen werden könne. Graeber ist hiernach auch auf Grund seiner Experimente zu dem Resultate gekommen, dass ein irgend wie nennenswerter Zerfall während der kurzen Zeit der Zählung nicht stattfinde. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass wir uns auf eine Prüfung dieser Frage nicht einlassen konnten.

Welcker bestimmte zuerst die Anzahl im cbmm auf 12000, seine Angaben sind in die meisten Lehrbücher übergegangen. Moleschott und Gowers kommen zu demselben Resultate. Genauere Werte rühren erst her von Malassez (4000—7000), Thoma-Lyon, Graeber und Reinecke. Hayem nimmt 6000 Zellen als Mittel an und meint, dass

die Zahl 10000 wohl vorübergehend und ausnahmsweise noch in das Gebiet des Normalen gehöre, eine wiederholte Konstatierung derselben betrachtet er aber als fait anomal. Mit diesen Angaben würden unsere Resultate sehr gut passen. Die hohen Zahlen früherer Forscher sind wohl am besten dadurch zu erklären, dass die Leukocyten durch viele Momente im hohen Grade beeinflusst werden, die näheren Bedingungen dafür aber erst in den letzten Jahren allgemein bekannt geworden sind.

Dahin würde in erster Linie zu rechnen sein die durch die Nahrungsaufnahme herbeigeführte z. T. ziemlich beträchtliche Erhöhung. Dieser Punkt ist für uns belanglos, da unsere Fälle stets bei fast nüchternem Magen untersucht sind. Der Einfluss der Tageszeit ist auch für uns insofern von Bedeutung, als mehrere mit M bezeichnete, kurz vor der Hauptmahlzeit angestellte Versuche auffällig niedrige Resultate ergaben. Auf die Mitwirkung psychischer Momente habe ich schon kurz hingewiesen, die vielen mit einem ! versehenen hohen Werte lassen wohl kaum eine andere Deutung zu. Vielleicht spielt allerdings bei einem Teil auch der Alkohol eine Rolle; andererseits habe ich aber auch ganz normale Resultate erhalten, trotzdem nach eigenem Geständnis reichlicher Genuss geistiger Getränke vorhergegangen war. Pohl (Archiv für experim. Pathologie und Therapie Bd. 25) konnte allerdings bei Einverleibung von 12,5 cbcm 96 %igen Alkohols keine Vermehrung der Leukocyten nachweisen. Ich muss es indessen dahingestellt sein lassen, ob dies auch eintrifft bei weit grösseren Mengen Alkohols, um die es sich doch in unseren Fällen vielfach handelte. Jedenfalls sind, um ganz sicher zu gehen, alle derartigen Werte bei der Durchschnittsberechnung nicht in Betracht gezogen.

Auf die Verhältniszahl zwischen den weissen und roten Blutkörperchen lasse ich mich nur kurz ein. Als Grund mögen die Worte Hayems, des Altmeisters der Hämatologie, dienen: Je répète, que le chiffre absolu des globules blancs est le seul qui ait de l'importance; le rapport entre les globules blancs et les globules rouges n'a aucune signification précise. Wir fanden als Mittelwert für C = 1 : 755, für B = 1 : 753, für F = 1 : 936, für

S = 1 : 964, für P = 1 : 797; als Gesamtmittel demnach 1 : 835. Die äussersten Werte, die wir in der Ruhe beobachteten, sind 1 : 1281 und 1 : 577. Es würden also auch hier gegen die gewöhnlichen Angaben von Welcker, welcher 1 : 350 annimmt, sehr grosse Unterschiede bestehen. Dagegen würden die Reinecke'schen Zahlen, der im Durchschnitt 1 : 750 findet, ein Verhältnis wie 1 : 1000 und 1 : 500 aber noch als normal betrachtet, mit den von uns beobachteten schon weit eher stimmen.

Ueber die normalen Mengenverhältnisse der einzelnen Arten von Leukocyten ist nur wenig zu sagen; die hierauf bezüglichen Bemerkungen werden bei der Besprechung der durch die Märsche herbeigeführten Aenderungen ihren Platz finden.

III. Die Veränderungen auf Märschen.

Gehen wir jetzt zu den einzelnen Märschen über. Es wurden im ganzen 28 ausgeführt, berücksichtigt sind von mir aber nur die letzten 23. Denn die ersten fünf waren für beide Parteien im wesentlichen Einübungsmärsche und als solche nur mit leichtem Gepäck und auf kleine Strecken unternommen, sodass von vornherein keine grossen Ausschläge zu erwarten waren. In den folgenden Tabellen sind die Resultate verzeichnet, und zwar zunächst die zur Würdigung der Ergebnisse nötigen Angaben über Weglänge, Belastung, Zeitdauer, Sonne, Regen, Wind und Allgemeinbefinden. Sodann die genauen Zahlen für die Blutdichte, die roten und weissen Blutkörperchen, sowie ihre absolute und prozentische Zunahme. Notiert ist ferner der Puls und die Temperatur zur Schätzung des Allgemeinbefindens, sowie die Gewichtsabnahme, um die Höhe des Wasserverlustes näher festzustellen.

Auf die Einrichtung der Tabellen und auf die dabei gebrauchten Abkürzungen näher einzugehen, halte ich für unnötig. Ich bemerke nur, dass für Puls und Temperatur, welche letztere im Harnstrahl gemessen wurde, nur die Werte nach dem Marsch notiert sind, und dass die roten Blutkörperchen nicht jedesmal bei allen Herren gezählt werden konnten, weil die dazu nötige Zeit uns nicht zur Verfügung stand.

Marsch VI. 13. Mai.

Von 7^{10} bis 11^{15}. 18 km. 24,5 kg.

Fortwährend Regen.

Name.		Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg
C.	vorher	1056,7	4 481 000	−415 000	5760	3300	92	
	nachher	1058,8	4 066 000	−9 pCt.	9060	57,6 pCt.	36,4°	0,135.
P.	vorher	—	5 176 000	704 000	—	—	86	
	nachher	—	5 880 000	13,5 pCt.	—	—	36,6°	—
F.	vorher	1061,9	5 840 000	70 000	6930	−330	125	
	nachher	1064,8	5 910 000	1,2 pCt.	6600	−4,7 pCt.	37,1°	−0,04
S.	vorher	1060,7	5 830 000	760 000	5400	3100	92	
	nachher	1066,3	6 590 000	13 pCt.	8500	57,4 pCt.	36,6°	−0,16
P.	vorher	1061,9	6 260 000	—	7040	—	—	
	nachher	—	—	—	—	—	—	—

Bemerkung: P. wurde wegen Gelenkschmerzen zurückgefahren.

Marsch VII. 18. Mai.

Von 7^{20} bis 11^{45}. 21 km. $24^1/_2$ kg.

Bis 9 Uhr bedeckt und ziemlich kühl, dann heisse Sonne.

C.	vorher	1057,7	4 880 000	330 000	8000!	—	119	
	nachher	1060,7	5 210 000	6,7 pCt.	6820	—	37,3°	1,2
B.	vorher	1057,7	5 350 000	410 000	—	—	106	
	nachher	1059,7	5 760 000	7,6 pCt.	6930	—	36,8°	1,3
F.	vorher	1059,7	5 570 000	400 000	6930	750	132	
	nachher	1065,7	5 970 000	7,2 pCt.	7680	10,8 pCt.	37,4°	0,24
S.	vorher	1060,2	5 490 000	470 000	7250	4180	99	
	nachher	1064,7	5 960 000	8,5 pCt.	11430	57,8 pCt.	37,2°	1,9
P.	vorher	—	6 400 000	490 000	8960	—	106	
	nachher	—	6 890 000	7,6 pCt.	—	—	36,6°	1,78

Bemerkung: Alle Herren haben stark geschwitzt.

Marsch VIII. 19. Mai.

Von 7^{15} bis 11^{45}. 21 km. $24^1/_2$ kg.

Bis 10 Uhr bewölkt, dann Sonne. Kühl, Wind 2–3, ohne Anstrengung.

Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg
B. vorher	1058,8	5 390 000	360 000	6330	2540	86	0,77
B. nachher	1061,7	5 750 000	6,7 pCt.	8870	40,1 pCt.	37,4°	
F. vorher	1057,8!	5 400 000	560 000	10400!	—	112	0,94
F. nachher	1062,7	5 960 000	10,4 pCt.	8530	—	37,5°	
S. vorher	1060,1	5 420 000	540 000	6790	2010	99	1,05
S. nachher	1065,5	5 960 000	9,9 pCt.	8800	29,6 pCt.	36,9°	
P. vorher	1060,8	—	—	7040	3960	86	0,11
P. nachher	1064,2	6 700 000	—	11000	56,2 pCt.	37,6°	

Bemerkung: C. fehlte. — F. trank am Abend vorher viel Bier.

Marsch IX. 22. Mai.

Von 8^0 bis 12^{30}. 21 km. 26 kg.

Bewölkt, kühl, Wind 3–4; ohne Beschwerden.

C. vorher	1056,2	5 000 000	— 720 000	8660	6410	39	0,94
C. nachher	1046,7?	4 280 000	— 14,4 pCt.	15070	74 pCt.	37,2°	
B. vorher	—	—	—	—	—	79	0,087
B. nachher	1061,2	—	—	6750	—	37,3°	
F. vorher	1059,7	5 730 000	290 000	7900	1780	119	0,008
F. nachher	1064,2	6 020 000	5,1 pCt.	9680	22,5 pCt.	37,5°	
S. vorher	1058,7	5 416 000	—	9020?	—	92	1,5
S. nachher	1062,7	—	—	7740	—	37,2°	
P. vorher	1062,7	—	—	7065	6936	106	+ 0,09
P. nachher	1060,7?	—	—	14000	98,2 pCt.	37,4°	

Bei Herrn C. ist der Blutbefund nach dem Marsch auffällig, desgleichen das Uringewicht = 1002!

Marsch X. 23. Mai.

Von 7^{30} bis 12^{0}. 21 km. $27^{1}/_{2}$ kg.

Bewölkt, kühl, Wind 2–3; Tornister drückt, sonst keine Beschwerden.

Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg
C. vorher	1056,7	4 860 000	—	12300!	—		
nachher	1056,2	4 150 000	—	5280	—		
B. vorher	1058.2	—	—	6050	3190	79	
nachher	1062,7	—	—	9240	52,7 pCt.	37,6°	1.65
F. vorher	1058,2	—	—	10260!	—	138	
nachher	1063,2	—	—	8460	—	37,6°	1,92
S. vorher	1064,2	5 670 000	— 130 000	4500	2200	99	
nachher	1064,2	5 540 000	— 2.3 pCt.	6800	47,8 pCt.	37,7°	1.45
P. vorher	1062,2	—	—	8330	420	99	
nachher	1065,2	—	—	8780	5 pCt.	37,4°	1,092

Bemerkung: Auffallend ist der Blutbefund bei S., bei C. nur Ruheversuch.

Marsch XI. 28. Mai.

5^{45}—10^{15}. 21 km. $27^{1}/_{2}$ kg.

Teils sonnig, teils wolkig, Wind 1–2, keine Beschwerden.

Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen.	Weisse Blutkörperchen.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg.
C.	1058,1	5 190 000	8 300	106 37.9°	1.1
B.	1060,1	—	6 400	92 37,4°	1,68
S.	1063,1	5 800 000	5 730	106 38,1°	0,89
P.	1066,6	—	6 860	119 37,7°	1.785

Nur nach dem Marsch untersucht, Herr F. fehlte.

Marsch XII. 29. Mai.

7^{05} bis 11^{35}. 21 km. $27^1/_2$ kg.

Keine Beschwerden. Wind 1–2; sonnig, zuletzt etwas bedeckt.

Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichts-abnahme in kg.
C. vorher	1057,3	4 890 000	150 000	7450!	—	99	1,53
C. nachher	1058,1	5 040 000	3,1 pCt.	8000	—	37.1°	
F. vorher	1060,3	—	—	6910	7490	92	1,39
F. nachher	1062.1	—	—	14400	108,4 pCt.	37.4°	
S. vorher	1060,3	5 700 000	600 000	4450	4380	92	1,74
S. nachher	1064,1	6 300 000	10,5 pCt.	8830	98,4 pCt.	38°	
P. vorher	—	—	—	5710	5480	92	1,5
P. nachher	1069,1	—	—	9190	60,9 pCt.	37,3	

B. fehlte. — F. fühlte sich nach dem Marsch sehr matt, — P. schwitzte stark.

Marsch XIII. 30. Mai.

7^{20} bis 12^{25}. 23,5 kg. $27^1/_2$ kg.

Sonnig, heiter, sehr heiss, etwas beschwerlich, Wind 1–2.

B. vorher	1059,9	—	—	4730	3190	100	1,1
B. nachher	1061.5	—	—	7920	67,4 pCt.	37,6°	
F. vorher	1060,4	5 350 000	830 000	4840	370	138	1,7
F. nachher	1065	6 180 000	15.5 pCt.	5210?	7,6 pCt.	39,3°	
S. vorher	1062,4	5 670 000	1 140 000	4480	4030	92	2,2
S. nachher	1068,2	6 810 000	20,1 pCt.	8510	89,9 pCt.	37,5°	
P. vorher	1061,9	6 140 000	360 000	6270	4480	99	1,88
P. nachher	1071,9	6 500 000	5,8 pCt.	10750	71,4 pCt.	37,6°	

C. fehlte. — F. und P, wie im vorigen Marsch.

Marsch XIV. 2. Juni.

7^{20} bis 12^{45}. $24^{3}/_{4}$ km. $27^{1}/_{2}$ kg.

Sehr schwül, bewölkt, regnerisch. Wind = O. Allgemeiner Schweiss und Mattigkeit.

	Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg.
C.	vorher	1055,6	4 830 000	400 000	6660	4230	106	1,1
	nachher	1061	5 230 000	8,4 pCt.	10890	63.5 pCt.	37,7°	
B.	vorher	1060,1	—	—	6200	2850	99	0,88
	nachher	1064	—	—	9050	45,9 pCt.	36°	
F.	vorher	1057!	5 230 000	870 000	5080	2720	119	1,38
	nachher	1063	6 100 000	16,6 pCt.	7800	53.5 pCt.	40,5°	
S.	vorher	1061,1	5 530 000	570 000	5080	3960	92	1.19
	nachher	1065	6 100 000	10,3 pCt.	9040	77,9 pCt.	37,9°	
P.	vorher	1062,1	—	—	7200	—	112	1,41
	nachher	—	—	—	22000?	—	37,9°	

Bei F. grosse Mattigkeit, B. machte unterwegs eine längere Pause.

Marsch XV. 6. Juni.

7^{05}—11^{35}. 21 km. 31,25 kg.

Zuerst sonnig, dann bedeckt, zuletzt wieder Sonne. Wind = O. Sehr anstrengend, Tornister drückt, starker Schweiss.

C.	vorher	1057	4 880 000	320 000	7580	1460	112	1,53
	nachher	1061,5	5 200 000	6,5 pCt.	9040	19,3 pCt.	38,1°	
S.	vorher	1061	5 580 000	800 000	5470	1130	99	2,09
	nachher	1064,5	6 380 000	14,3 pCt.	6600	20,6 pCt.	38°	
P.	vorher	1062	5 830 000	500 000	10100!	—	106	1,84
	nachher	1068,5	6 330 000	8,5 pCt.	9300	—	38,2°	

B. und F. fehlten. C. nach dem Marsch sehr matt. P. hatte in der Nacht schlecht geschlafen.

Marsch XVI. 8 Juni.

6^{30} bis 11^{0}. 21 km. $31^{1}/_{4}$ kg.

Bewölkt, kühl, Wind 3—4. Starker Tornisterdruck, sonst keine grossen Beschwerden.

Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen.	Weisse Blutkörperchen.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichts-abnahme in kg.
C.	1059,6	—	7780	99 37,5°	0,74
B.	1064,6	5 600 000	10920	92 37,4°	1,57
S.	1064,6	6 360 000	7390	92 38°	1,66

Nur nach dem Marsch untersucht. — P. und F. fehlten.

Marsch XVII. 9. Juni.

7^{40} bis 1 Uhr. $24^{3}/_{4}$ km. $31^{1}/_{4}$ kg. Wind erst 3—4, dann 0—1.

Bedeckt. Zeitweise Regen, zuletzt Sonne.

Name.		Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichts-abnahme in kg.
C.	vorher	1057,6	4 980 000	380 000	5890	3350	38,9°	1,5
	nachher	1060,7	5 360 000	7,6 pCt.	9240	56,8 pCt.	112	
B.	vorher	1061,1	—	—	6470	5410	37,9°	0,385
	nachher	1065,2	—	—	11880	83,6 pCt.	100	
F.	vorher	1061,1	5 140 000	—	5830	5550	37,9°	1,555
	nachher	1064,7	—	—	11380	95,2 pCt.	152	
S.	vorher	1063,1	5 780 000	660 000	5940	1500	37,0°	1,398
	nachher	1066,2	6 440 000	11,4 pCt.	7440	25,3 pCt.	106	

P. fehlte. Für C. u. B. sehr anstrengend.

Marsch XVIII. 13. Juni.

7^{40} bis 1^{05}. $24\,^3/_4$ km. $31\,^1/_4$ kg. Wind 3—4.

Bewölkt, starker Schweiss.

	Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichts-abnahme in kg.
B.	vorher	1061,2	5 390 000	500 000	6790	3830	38,0°	1,205
	nachher	1065,9	5 890 000	9,2 pCt.	10620	56,4 pCt.	119	
F.	vorher	1058,7	—	—	6690	4710	37,2°	0,740
	nachher	1062,9	—	—	11400	70,4 pCt.	145	
S.	vorher	1060,7	5 580 000	730 000	6270	4350	37,4°	2,025
	nachher	1062,9	6 310 000	13,1 pCt.	10620	69,3 pCt.	99	
P.	vorher	1062,7	—	—	8460	310	37,8°	2,295
	nachher	1066,9	—	—	8770	3,7 pCt.	152	

Bemerkung. C. fehlte. Bei allen Herrn starker Schweiss, bei F. auch grosse Mattigkeit nach dem Marsche.

Marsch XIX. 16. Juni.

8^{05} bis 1^{05}. $24\,^3/_4$ km. 27 kg.

Wind 3, zuletzt 1. Nur die letzten 5 km. anstrengend wegen heisser Sonne; sonst bewölkt.

B.	vorher	1059,5	—	—	9040	260	38,0°	1,580
	nachher	1063	—	—	9300	2,8 pCt.	132	
F.	vorher	1059,5	5 280 000	710 000	4840	2160	37,4°	2,055
	nachher	1063	5 990 000	13,4 pCt.	7000	44,6 pCt.	139	
S.	vorher	1061,5	—	—	6660	990	38,0°	1,425
	nachher	1065	6 460 000	—	7650	14,8 pCt.	106	
P.	vorher	1060	—	—	10160	620	38,3°	1,140.
	nachher	1064	—	—	10780	6,1 pCt.	120	

Bemerkung: C. fehlte, S. hat stark geschwitzt.

Marsch XX. 19. Juni.

7^{20} bis 12^{45}. $24^{3}/_{4}$ km. $31^{1}/_{4}$ kg.

Kühl und bewölkt; Wind 3—4, leichte Regenschauer. Gutes Marschwetter, Tornister drückt.

Name.		Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg
C.	vorher	1056,9	—	—	6220	3410	38,0°	1,42
	nachher	1060,3	—	—	9630	54,8 pCt.	112	
B.	vorher	1058,9	5 290 000	540 000	8770	2310	38,2°	2,115
	nachher	1063,8	5 830 000	10,1 pCt.	11080	26,3 pCt.	119	
F.	vorher	1059,4	—	—	6710	1210	38,2°	1,02
	nachher	1064,8	—	—	7920	18 pCt.	156	
S.	vorher	1061,9	—	—	6200	1650	38,2°	2,045
	nachher	1065,3	—	—	7850	26,6 pCt.	106	
P.	vorher	1060,4	5 840 000	530 000	7060	1110	37,8°	2,384
	nachher	1064,9	6 370 000	9,1 pCt.	8170	14,3 pCt.	119	

Bemerknug: F. hat stark geschwitzt.

Marsch XXI. 20. Juni.

7^{35} bis 12^{40}. $24^{3}/_{4}$ km. 27 kg.

Wind = 3. Brennende Sonne, starker Schweiss.

B.	vorher	1059	5 250 000	420 000	8710	4220	37,5°	1,465
	nachher	1062,2	5 670 000	8,0 pCt.	12930	48,4 pCt.	112	
F.	vorher	1059	—	—	6380	1870	37,4°	0,882
	nachher	1063,7	—	—	8250	29,3 pCt.	125	
S.	vorher	1062	—	—	5870	3100	37,4°	1,835
	nachher	1064,2	—	—	8970	52,8 pCt.	106	
P.	vorher	1060,5	5 770 000	800 000	6860	4880	37,1°	1,025
	nachher	1066,7	6 570 000	13,8 pCt.	11740	71,1 pCt.	99	

Bemerkung: C. fehlte.

Marsch XXII. 21. Juni.

8^0 bis 1^{20}. $24^3/_4$ km. $31^1/_2$ kg.

Bedeckt, kühl, nicht schwül; nach 7 km stets Regen, völlig durchnässt.

	Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg
B.	vorher	1058,5	5 190 000	270 000	7590	3560	37,5 °	+ 0,445
	nachher	1060,5	5 460 000	5,2 pCt.	11150	46,8 pCt.	100	
F.	vorher	1058,5	—	—	5970	3070	37,9 °	+ 1.080
	nachher	1062,5	—	—	9040	51,4 pCt.	139	
S.	vorher	1061,5	—	—	6990	2550	38,2 °	− 0,160
	nachher	1063	—	—	9540	36,5 pCt.	106	
P.	vorher	1060,5	5 910 000	540 000	7710	2790	37,8 °	+ 0,052
	nachher	1064	6 450 000	9,1 pCt.	10500	36,2 pCt.	108	

Bemerkung: C. fehlte.

Marsch XXIII. 26. Juni.

8^{10} bis 1^{30}. $24^3/_4$ km. $31^1/_4$ kg.

Meist bewölkt, geringe Regenschauer. Wind = 5. Keine Beschwerden, nur zuletzt mässiger Schweiss.

C.	vorher	1056,6	—	—	7800	2900	37,9 °	2,575
	nachher	1059,5	—	—	10700	37,2 pCt.	99	
B.	vorher	1058,6	5 130 000	200 000	6990	3630	37,6 °	1,565
	nachher	1061	5 330 000	3,9 pCt.	10620	52,0 pCt.	119	
F.	vorher	1058,1	—	—	5950	1490	37,6 °	0,953
	nachher	1062,5	—	—	7440	25,0 pCt.	152	
	vorher	1061,1	—	—	5940	1320	37,9 °	1,775
	nachher	1065	—	—	7260	22,2 pCt.	92	
P.	vorher	1059,6	5 740 000	780 000	6800	4940	37,9 °	2,225
	nachher	1064,5	6 520 000	13,6 pCt.	11740	72,6 pCt.	106	

Bemerkung: B. machte unterwegs wegen Fussschmerzen eine grössere Pause.

Marsch XXIV. 27. Juni.

7^{40} bis 12^{55}. $24^{3}/_{4}$ km. $31^{1}{}_{4}$ kg.

Wind 3—4, nachher 0—1. Bewölkt, zuletzt Sonne.

Name.		Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg
C.	vorher	1057	—	—	6300	4110	38.9°	1,195
	nachher	1059,5	—	—	10410	65,2 pCt.	112	
F.	vorher	1058	—	—	5470	1570	37.7°	0,455
	nachher	1062,5	—	—	7040	28,7 pCt.	90	
S.	vorher	1060,5	—	—	5670	2110	37.9°	1,695
	nachher	1063	—	—	7780	37.2 pCt.	112	
P.	vorher	1060	5 650 000	810 000	7800	2100	37,8°	1,976
	nachher	1063	6 460 000	14,3 pCt.	9990	26.9 1Ct.	84	

Marsch XXV. 28. Juni.

7^{45} bis 1^{25}. $24^{3}/_{4}$ km. $31^{1}/_{4}$ kg.

Wind = 1, öfters = 2—3. Sonnig, mässig bewölkt, anstrengend.

C.	vorher	1056,5	—	—	6300	3730	39,9°	2,37
	nachher	1059,3	—	—	10030	59,2 pCt,	110	
B.	vorher	1058,5	5 200 000	380 000	7980	4570	38°	1,865
	nachher	1063.3	5 580 000	7,3 pCt.	12550	57,2 pCt.	139	
F.	vorher	1058	—	—	6390	1860	37.6°	2,01
	nachher	1061,3	—	—	8250	29,1 pCt.	119	
P.	vorher	1060,5	5 610 000	660 000	8800	1610	37,6°	2,924
	nachher	1065,3	6 270 000	11,7 pCt.	10410	18.3 pCt.	112	

4*

Bemerkung: S. fehlte, B. klagte über Fussschmerzen.

Marsch XXVI. 3 Juli.

5^{20} bis 10^{30}. $24^{3}/_{4}$ km. 22 kg.

Wind = 0, zuletzt = 1. Hitze. starker Schweiss.

Name.	Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg.
C. vorher	—	—	—	—	—	39,7 °	0,745
C. nachher	1058,5	—	—	9960	—	119	
B. vorher	1059	5 220 000	480 000	6710	3630	38.3 °	1,845
B. nachher	1061,5	5 700 000	9,2 pCt.	10340	54,1 pCt.	145	
F. vorher	—	—	—	—	—	38.2 °	2,22
F. nachher	1060.5	—	—	10780	—	135	
S. vorher	—	—	—	—	—	38.3 °	2,56
S. nachher	1062,5	—	—	9020	—	132	
P. vorher	1059	5 530 000	670 000	7720	3500	38,1 °	1,85
P. nachher	1063	6 200 000	12,1 qCt.	11220	45,3 pCt.	92	

Bemerkung: S. und P. schwitzten sehr stark. — S. fühlte sich nach dem Marsche auch sehr matt.

Marsch XXVII. 4. Juli.

5^{15} bis 10^{30}. $24^{3}/_{4}$ km. 22 kg.

Meist bewölkt, Wind = 0 1. Etwas schwül, ohne Beschwerden.

C. vorher	1055,3	4 400 000	1 080 000	6160	5610	38,7 °	2,575
C. nachher	1056.5	5 480 000	24,5 pCt.	11770	91 pCt.	92	
F. vorher	1059,3	—	—	5310	3330	37,1 °	1,677
F. nachher	1061	—	—	8640	62,7 pCt.	132	
S. vorher	1059,3	—	—	6300	2470	38,0 °	1,645
S. nachher	1061,5	—	—	8770	39,2 pCt.	96	
P. vorher	1060.8	5 910 000	840 000	8050	3230	37.2 °	1,575
P. nachher	1063	6 750 000	14,2 pCt.	11280	40,1 pCt.	92	

Bemerkung: B. fehlte. C. ziemlich matt.

Marsch XXVIII. 5. Juli.

5^{30} bis 10^{50}. $24^{3}/_{4}$ km. 22 kg.

Erst etwas schwül, dann sonnig und heiss. Wind = 0–1. Angenehmes Marschwetter.

Name.		Spec. Gewicht.	Rote Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Weisse Blutkörperchen. Zahl.	Zunahme.	Puls p. Minute. Temperatur.	Gewichtsabnahme in kg.
B.	vorher	1058	5 250 000	640 000	7850	3200	38,2 °	1,575
	nachher	1059	5 890 000	12,2 pCt.	11050	40,8 pCt.	119	
F.	vorher	1059	—	—	6910	930	37,7 °	1,425
	nachher	1059	—	—	7840	13,4 pCt.	139	
S.	vorher	1059,5	—	—	6420	2620	37,9 °	1,865
	nachher	1062	—	—	9040	40,8 pCt.	92	
P.	vorher	1059,1	5 950 000	600 000	7850	2180	38,0 °	0,928
	nachher	1063	6 550 000	10,1 pCt.	10030	27,7 pCt.	106	

Bemerkung: C. fehlte. — S. und P. haben sehr wenig geschwitzt. — B. klagte über starke Fussschmerzen.

Aus diesen Tabellen geht für das spec. Gewicht des Blutes hervor, dass in den allermeisten Fällen durch den Marsch eine ausgesprochene Erhöhung eintritt. Eine Verminderung ist nie, ein Gleichbleiben nur zweimal beobachtet worden (Marsch X, Herr S. und Marsch XXVIII Herr F.). Die Zunahme liegt zwischen 1 und 10 Tausendstel, der letztere Wert ist jedoch nur einmal konstatiert worden (1061,9—1071,9) und dürfte daher vielleicht als Beobachtungsfehler zu betrachten sein. In der grossen Mehrzahl der Fälle handelt es sich um 2 bis 6 Einheiten.

Als Durschnittswert ergiebt sich für:

H. C = 1059,4 gegen 1056,8 vor dem Marsch.
H. B = 1062,3 „ 1059,2 „ „ „
H. F = 1062,8 „ 1059,4 „ „ „
H. S = 1064,3 „ 1061,2 „ „ „
H. P = 1065,5 „ 1061,2 „ „ „

Als Gesamtmittel demnach 1062,8 gegen 1059,6. Es würde also der Marsch eine Durchschnittszunahme von 3,2 Tausendstel herbeiführen, während die einzelnen Ergebnisse von diesem Mittel mehr oder weniger abweichen. Als Gründe für die Zunahme, bezw. für die Schwankungen in derselben lassen sich anführen: Koncentration des Blutes durch Austritt von Plasma aus der Gefässbahn, ferner durch eine andere Verteilung von Plasma und Körperchen in dieser; sowie ev. eine Neubildung von roten Blutkörperchen während des Marsches.

Ueber die Wirkung körperlicher Arbeit im allgemeinen auf die Bluteindickung lauten die spärlichen Literaturangaben widersprechend. Lloyd-Jones bemerkt, dass leichte Muskelthätigkeit an der Blutdichte entweder nichts ändere oder eine Abnahme bedinge, hingegen körperliche Anstrengung, besonders wenn sie die Sekretion der Schweissdrüsen anrege, das spec. Gewicht erhöhe. Cohnstein und Zuntz (Pflüger's Archiv für Physiologie Bd. 42) beobachteten beim Kaninchen nach Tetanisierung der hinteren Extremitäten eine konstante, wenn auch in der Höhe sehr differierende Zunahme der Blutkörperchenzahl und des Hämoglobingehaltes, bei willkürlicher Muskelthätigkeit indessen (Hetzen der Versuchstiere) weit geringere und ihrer Richtung nach wechselnde Ausschläge. Schmaltz fand in einem

daraufhin angestellten Versuche überhaupt keine Veränderung, Hammerschlag berücksichtigt diesen Faktor nur in Verbindung mit dem Schwitzen. Jede irgendwie erhebliche Muskelthätigkeit befördert eben gleichzeitig die Schweisssekretion, sodass es von vornherein schwer fällt beide Momente von einander zu trennen. Eine Möglichkeit hierzu ist in unseren Versuchen dadurch gegeben, dass die einzelnen Märsche mit ganz verschiedener Belastung und Weglänge ausgeführt sind.

Wir können unsere Märsche zweckmässig in drei Gruppen einteilen. Die erste umfasst Marsch VI—VIII und XXVI—XXVIII mit einer Belastung, welche 24,5 kg nicht übersteigt, die zweite Marsch IX—XIV, sowie XIX und XXI mit einer Belastung nicht über 27 kg, die dritte Marsch XV—XVIII, XX, XXII—XXV mit einer Belastung nicht unter 31 kg. Stellen wir nun für jede dieser Gruppen die Zunahme im spec. Gewicht bei den einzelnen Herren zusammen, so ergiebt sich im Mittel:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
C	1,9	2,5	3,1
B	2,1	2,8	4,0
F	3,1	4,0	4.2
S	3,9	3,1	2,9
P	3,5	5,9	4,5
Als Gesamtmittel:	2,9	3,6	3,7

Die Verschiedenheit der körperlichen Arbeit lässt also an sich keinen erheblichen Einfluss auf den Grad der Dichtezunahme erkennen. Gleichviel ob die Belastung 22, 27 oder 31 kg beträgt, ob 21 oder 24¾ km zurückgelegt sind, auf allen Stufen finden wir eine ganze Reihe annähernd gleich hoher Ausschläge. Die bedeutendsten Aenderungen treten sogar nicht einmal bei der Maximalbelastung oder bei der grössten Weglänge auf; ich weise hierbei namentlich hin auf Marsch XIII H. P. (1061,9—1071,9), Marsch XXI H. P. (1060,5—1066,7), Marsch XIII H. S. (1062,4—1068,2), Marsch XIV H. C. (1055,6 — 1061) Marsch XV H. P. (1062 — 1068,5) und andere. Neben der erhöhten körperlichen Arbeit ist also offenbar den anderen Momenten, welche die Wasserabgabe seitens des Blutes steigern, der Hitze, dem Winde, der Trockenheit der Luft ein erheblicher Anteil an der Verdickung des Blutes zuzuschreiben.

Diesen konzentrierenden Momenten wirkt die während des Marsches aufgenommene Nahrung entgegen. Dieselbe bestand zum grössten Teile aus Bier und Selterwasser, während die festen Bestandteile wegen ihrer geringeren Menge erst in zweiter Linie zu berücksichtigen sind. Die betreffenden Flüssigkeitsquanta schwanken innerhalb recht beträchtlicher Grenzen. Da sie durch das Durstgefühl veranlasst sind, so kann man sich aus ihnen, unter der Voraussetzung, dass Gewebe und Blut in annähernd gleicher Weise am Wasserverlust beteiligt sind, von der Intensität desselben auf dem Marsch und damit auch von dem Grade der Eindickung des Blutes meist ein recht getreues Bild machen. Alle Momente, die eine reichliche Schweisssekretion bewirken, — ich komme auf dieselben noch zurück, — gehen auch mit einer erhöhten Wasserzufuhr parallel. So war bei dem anstrengenden Marsche XXVI, welcher bei sehr heissem, sonnigen Wetter ausgeführt wurde, die Flüssigkeitsaufnahme bis auf das Vierfache grösser als bei Marsch XXII, der völlig verregnete, oder bei Marsch XXIII, der bei meist bewölktem Himmel und starkem Winde von geringen Regenschauern begleitet war. Da nun Stuhlgang während des Marsches niemals auftrat und nur ein geringer Teil der flüssigen Stoffe durch die Nieren ausgeschieden wurde, so hatten die dürstenden Gewebe fast ausschliesslich den Nutzen von der aufgenommenen Nahrung. Das Durstgefühl und die hierdurch bedingte Wasserzufuhr sind also für den Organismus Mittel, welche seinen Wassergehalt und damit auch, worauf es für uns ankommt, seine Blutdichte regulieren. Nun genügt aber, wie ich schon kurz andeutete, nach den Angaben von Jones und Schmaltz, bereits eine einfache Mittagsmahlzeit, die doch zum erheblichen Maasse auch aus festen Bestandteilen zusammengesetzt ist, um das spec. Gewicht um 2—3 Einheiten zu erniedrigen. Ein derartiger Wert wäre demnach zu den von uns beobachteten Ausschlägen eigentlich noch hinzuzufügen, wodurch der Einfluss der Flüssigkeitsabgabe auf die Blutdichte sich noch grösser zeigen würde.

Ueber die Höhe des Wasserverlustes gewannen wir dadurch einen Anhalt, dass das Nacktgewicht vor und nach dem Marsche bestimmt und von der zuletzt erhaltenen

Zahl noch die unterwegs aufgenommenen Stoffe abgezogen und die ausgeschiedenen zugerechnet wurden. Die Differenz, welche sich nun gegen den Anfang des Marsches ergab, ist als reelle Gewichtsabnahme in den Tabellen notiert. Dieselbe ist nur zum kleinsten Teile auf Abgabe von Kohlenstoff in Form ausgeatmeter Kohlensäure, überwiegend jedoch auf einen Wasserverlust zurückzuführen. Zwar wird dieser im geringen Grade durch eine vermehrte Wasserbildung infolge reichlicher Zersetsung von Kohlenhydraten im Anschluss an die Muskelthätigkeit wieder ausgeglichen, doch tritt dieser Punkt gegenüber der allgemeinen Verarmung der Gewebe an flüssigen Bestandteilen fast völlig zurück. Die reelle Gewichtsabnahme betrug im Mittel etwa $1^1/_2$ kg. Während das Maximum sich fast auf 3 kg beläuft, lauten die Minima — allerdings sind es nur sehr wenige Fälle — negativ; indessen beruht diese scheinbare Gewichtszunahme sicher nur auf einer Durchnässung der Kleider durch Regen. Bei den Momenten, welche die Schweisssekretion und damit die Höhe des Wasserverlustes beeinflussen, ist zunächst wieder die grössere oder geringere Flüssigkeitsaufnahme anzuführen; die Hauptrolle spielen indes die Wind- und Wetterverhältnisse. Eine kühle regnerische Witterung mit hoher relativer Feuchtigkeit ist für die Wasserabgabe als hemmend anzusehen, eine sonnig-heisse dagegen, namentlich bei bewegter Atmosphäre, als fördernd. Die Höhe der Belastung ist hier insofern von Bedeutung, als die Wärmeproduktion naturgemäss bei 31 kg weit grösser ist als bei 22.

Die Aenderungen im spec. Gewicht des Blutes stehen nun mit diesen Thatsachen im allgemeinen im recht guten Einklang. Die hohen Werte von 5—6 Einheiten finden sich in der Mehrzahl der Fälle nur bei einem Wasserverlust, der das Mittel von 1,5 kg beträchtlich übersteigt; bei kühlem, regnerischen Wetter dagegen, wo der Gewichtsverlust geringer ist, ist auch die Steigerung der Blutdichte weniger bedeutend. Indessen muss ich doch betonen, dass die Ausnahmen von dieser Regel garnicht so selten sind. Es finden sich in den Tabellen sogar mehrere Werte, wo trotz beträchtlicher Gewichtsabnahme keine oder nur eine unbedeutende Steigerung der Blutdichte beobachtet worden

ist, und andererseits ist bisweilen trotz sehr geringen Wasserverlustes der Ausschlag ein ganz erheblicher.*)

Es lassen sich diese Anomalien z. T. vielleicht doch aus der Wasseraufnahme erklären, welche in dem einen Fall den Wasserverlust nahezu kompensierte, im andern aber nicht. Leider lässt sich aber die Menge des resorbierten Wassers nicht mehr kontrollieren, da der eine oder andere Herr bisweilen unmittelbar nach der Heimkehr Wasser trank. Wurde nun, wie das meist geschah, der Blutstropfen sofort entnommen, so war wohl dieses Quantum Wasser für unsere Wägung gleichgültig, mussten wir aber aus irgend einem Grunde etwa $^1/_2$ Stunde mit der Blutentnahme warten, so war doch sicherlich in dieser Zeit das Wasser in die Blutbahn übergegangen und musste unsere Wägung beeinflussen. Zum Teil mögen nun dergleichen Ausnahmefälle sich auch durch Momente individueller Natur erklären, deren Deutung mir unmöglich ist; für den Rest glaube ich aber doch andere Gründe heranziehen zu müssen. Bei dem innigen Zusammenhang, der unter normalen Verhältnissen zwischen spec. Gewicht und Körperchenzahl herrscht (cfr. Teil II), erscheint es mir jedoch, um Wiederholungen zu vermeiden, angebracht zuerst die auf die Vermehrung der roten Blutkörperchen bezüglichen Thatsachen anzuführen und sodann die Veränderungen in der Blutdichte und Körperchenzahl von gemeinsamen Gesichtspunkten aus zu betrachten.

Die roten Blutkörperchen zeigen nach dem Marsche bis auf drei Werte, von denen zwei auf H. C. (Marsch VI

---

[1] Aenderungen im Plasmagewicht scheinen bei der Bluteindickung keine Rolle zu spielen. Wenn man nämlich nach Analogie der S. 23 ausgeführten Berechnungen aus der Zahl der Blutkörperchen und dem mittleren spec. Gewichte die Blutdichte für die einzelnen Personen berechnet, so ergeben sich, wie vor dem Marsch nur sehr geringe Differenzen gegen die gefundenen Werte:

	C	B	F	S	P
gefunden.	1059,4	1062,3	1062,8	1064,3	1065,5
berechnet:	1058,0	1061.6	1063.4	1064.7	1066,3
Diff:	−1,4	−0,7	+0,6	+0,4	+0,8.

Darnach scheint also das Blutplasma auch nach dem Marsch das nahezu konstante Gewicht von 1028 zu besitzen.

und IX), der dritte auf H. S. (Marsch X) kommt, eine deutliche Vermehrung. Der geringste Ausschlag beträgt 70 000 Zellen, unter 300 000 finden sich im ganzen nur 5 Werte; die grosse Mehrzahl liegt zwischen 300 000 und 800 000. Darüber hinaus sind sieben Fälle verzeichnet, von denen die höchsten eine Steigerung von 1 080 000 und 1140 000 aufweisen. Nach Prozenten berechnet schwankt die Vermehrung von 1,2 bis 24,5 pCt. im extremsten Fall, die Mitte liegt zwischen 6 und 13 pCt. Im einzelnen ergeben sich folgende Werte: Für H. C. beträgt das Mittel 5 097 000 gegen 4 850 000, was einer Zunahme von 247 000 entspricht. Der auf dem 9. Marsch verzeichnete Wert ist der ganz eigenartigen Verhältnisse wegen (spec. Gewicht des Urins 1002, Blutdichte 1046,5) hierbei nicht mitgerechnet; eine Deutung dieses Falles ist mir, da anamnestische Angaben fehlen, unmöglich. Der Wert von Marsch VI gehört wohl noch der Einübungszeit an. Bei Nichtbeachtung dieser beiden Zahlen ergeben sich als extremste Werte eine Zunahme von 150 000 = 3,1 pCt. und 1 080 000 = 24,5 pCt. H. B. hat nach dem March 5 703 000 im Mittel gegen 5 240 000, Zunahme = 463 000. Maximum und Minimum der Zunahme ist 704 000 = 13,5 pCt. und 200 000 = 3,9 pCt. Bei H. F. lauten die entsprechenden Werte: 6 020 000 nach dem Marsch gegen 5 470 000, Zunahme = 550 000. Grenzwerte: 291 000 = 5,1 pCt. und 870 000 = 16,6 pCt. Bei H. S.: 6 230 000 gegen 5 650 000, Zunahme 580 000. Grenzwerte: — 130 000 = — 2,3 pCt. und 1 140 000 = 20,1 pCt. Bei H. P.: 6 500 000 gegen 5 850 000, Zunahme 650 000. Grenzwerte: 360 000 = 5,8 pCt. und 840 000 = 14,2 pCt.

Als Gesamtmittel ergiebt sich demnach nach dem Marsch 5 910 000 gegen 5 410 000, die Zunahme beträgt also 500 000 oder 9,2 pCt. Die Einzelwerte weichen nach dem Marsch (mit Ausnahme einiger Zahlen bei H. S.) von dem Mittelwert der betreffenden Herren verhältnismässig recht wenig ab. Die Schwankungen sind zum Teil sogar erheblich geringer als die Differenzen, welche sich bei den Ruhewerten herausgestellt haben. Es scheint demnach als ob die Grösse der körperlichen Arbeit, gerade wie bei der

Blutdichte, von keinem erheblichen Einfluss auf den Grad der Zunahme bei den roten Blutkörperchen ist. Ganz klar ergiebt sich dies auch, wenn wir, wie bei der Blutdichte, die Märsche nach der Höhe der Belastung wieder in drei Gruppen teilen. Die mittlere Zunahme beträgt dann bei

	I. Gruppe	II. Gruppe	III. Gruppe
H. C.	331 000	296 000	310 000
H. B.	518 000	420 000	466 000
H. F.	343 000	650 000	—
H. S.	590 000	523 000	725 000
H. P.	702 000	580 000	636 000
Als Gesamtmittel:	497 000	494 000	534 000

Wir haben also bald eine Steigerung, bald eine Verminderung oder auch ein Gleichbleiben des Zuwachses zu konstatieren; ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Höhe der Belastung und dem Grade der Blutkörperchenzunahme besteht nicht. Als besonders beweisend führe ich im einzelnen an: Marsch VI (H. B. und S.) giebt bei 18 km und $24^1/_2$ kg Belastung weit höhere Werte wie Marsch XXII (H. B. und P.) bei $24^3/_4$ km und einem Gepäck von 31,5 kg, trotzdem beidemal wegen des starken Regens und der geringen Schweissabgabe bei kühler Witterung die Konzentration des Blutes wohl annähernd gleich gering war. Ferner zeigt Marsch XVI trotz der Maximalbelastung und des allgemein als sehr unangenehm empfundenen Tornisterdruckes bei Herrn B. einen geringeren Ausschlag als Marsch XXVI, bei dem nach längerer Zeit zuerst wieder das leichte Gepäck von 22 kg getragen wurde. Allerdings ist bei diesem Marsch grosse Hitze und starker Schweiss notiert, sodass die bedeutende Zunahme in der Zahl der roten Blutkörperchen wohl weniger auf die mit der Hitze verbundene grössere Anstrengung zurückzuführen ist als auf den enormen Wasserverlust. Als besonders auffällig möchte ich auch Marsch XXVII bezeichnen. Die Belastung betrug nur 22 kg und der Marsch verlief bei meist bewölktem Himmel ohne Beschwerden. Trotzdem weisen bei diesem Marsche Herr C. wie Herr P. das Maximum der Zunahme in den roten Blutkörperchen auf. Ueberhaupt zeigt Herr P. gar nicht so selten bei leichter Belastung eine grössere Zunahme als bei schwerer.

Ueber die Witterungsverhältnisse kann ich mich, da dieser Punkt bereits bei der Blutdichte seine ausführliche Besprechung gefunden hat, weit kürzer fassen. Im allgemeinen lassen sich die meteorologischen Thatsachen zur Erklärung der grösseren oder geringeren Vermehrung der Erythrocyten recht wohl heranziehen. Demnach sind genug Fälle in den Tabellen verzeichnet, wo bei kühlem Wetter und bewölktem Himmel die Zunahme während des Marsches unbedeutend ist, bei heisser Sonne dagegen und hoher Wasserabgabe beträchtlich. Andererseits stehen jedoch auch hier die Angaben nicht vereinzelt da, dass trotz starken Schwitzens nur eine Erhöhung um 2—300000 eingetreten ist, bei weit geringerem Gewichtsverlust aber eine solche von 5—600000. Marsch XIII H.P. und XXVI H.P. scheinen mir in dieser Hinsicht besonders lehrreich zu sein, wenngleich der letztere Marsch wegen der ganz enormen Hitze eine etwas gesonderte Stellung einnimmt. Mit absoluter Gewissheit lässt sich eben nur sagen, dass bei der Wasserabgabe eine Konzentration des Blutes und damit eine Vermehrung der roten Blutkörperchen eintritt. Ebenso sicher würde ohne die Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme während des Marsches diese Veränderung, wie beim spec. Gewicht noch grösser ausfallen. Eine genaue Parallele zwischen Gewichtsverlust und Zunahme der Erythrocyten lässt sich jedoch nicht ziehen; es gewinnt vielmehr den Anschein, als ob eigentlich bei jedem Marsch nach einer gewissen geleisteten Arbeit, über deren Grösse ich nichts Näheres sagen kann, die roten Elemente auf eine bei dem Betreffenden einigermaassen gleiche Zahl gesteigert werden. Als Ergebnis dieser Betrachtungen möchte ich jedenfalls ansehen, dass der Wasserverlust allein und die dadurch bedingte Konzentration des Blutes zur Erklärung der Aenderungen in der Blutdichte und Blutkörperchenzahl nicht ausreicht, sondern dass noch andere Momente dabei eine Rolle spielen.

Eine Vermehrung der roten Blutkörperchen und damit auch eine Erhöhung des spec. Gewichtes tritt nicht nur dann ein, wenn bei derselben Anzahl Blutkörperchen die Quantität des Serums abnimmt, sondern auch, wenn bei unverändertem Blutvolumen die absolute Zahl derselben

zunimmt. Können wir einen derartigen Prozess auch bei unseren Märschen annehmen? Ist es denkbar, dass die blutbereitenden Organe sich direkt in so kurzer Zeit an der doch immerhin recht beträchtlichen Zunahme beteiligen, und dass die neu gebildeten Elemente bis zum andern Morgen wieder völlig verschwinden? In einer ganzen Reihe von Fällen, wo es sich um Schwankungen in der Blutkörperchenzahl handelt, kann von einer derartigen Neubildung ev. Zerstörung roter Blutkörperchen keine Rede sein. Es sind dies namentlich Schwankungen, welche sich experimentell erzeugen lassen und als solche meist nur von kurzer Dauer sind. Hierhin rechne ich besonders: Beeinflussung der vasomotorischen Centren durch psychische Erregungen aller Art oder durch plötzlich einwirkende Kälte und Wärme, Erhöhung des Venendruckes, Vagusreizung und namentlich Durchschneidung bezw. Reizung des Rückenmarks. Konzentration des Blutes und der Gewebsflüssigkeit, sowie gewisse noch näher zu besprechende mechanische Aenderungen der Cirkulation reichen hier zur Erklärung völlig aus. Niemand wird hier, um Colnsteins und Zuntz' Worte zu gebrauchen (Archiv für Physiologie Bd. 42), „wo wir in einer Stunde eine Reihe von Malen hohe und niedrige Werte einander folgen lassen können, an Zerstörung oder Neubildung der roten Blutkörperchen denken."

Bei unseren Märschen spielten indes eine Reihe von Momenten eine Rolle, die es uns zuerst nahelegten an eine thatsächliche Neubildung zu denken. Es wurden bei uns 4—6 Stunden lang an den Organismus ganz ungewohnte Anforderungen gestellt, welche seine sämtlichen Funktionen, oft im hohen Maasse, modifizierten. Um die gewaltige Arbeit zu leisten, wurde der Fett- und Glykogenvorrat bis zu Kohlensäure und Wasser oxydiert, dazu waren aber wieder grosse Mengen Sauerstoff nötig, die durch das Blut und speziell durch die roten Blutkörperchen zu den Geweben gelangten. Der Sauerstoffverbrauch war bei den Märschen, wie die Respirationsversuche lehrten, auf das Vierfache und mehr gegen die Ruhe gesteigert. Im ähnlichen Verhältnis musste die Leistung des Atemapparates sich ändern. Statt einer Lungenventilation von 6 Litern

p. Minute in der Ruhe wurde beim Marsche eine solche von 16 bis 22,5 Litern gemessen. Im ähnlichen Maasse war die Herzthätigkeit gesteigert. Die stärkere Füllung durch das aus den erweiterten Blutbahnen der Muskeln und Haut schneller zufliessende Blut führte zu einer meist deutlich nachweisbaren Dilatation. Unter diesen Umständen wird man annehmen dürfen, dass der Organismus alle ihm zu Gebote stehenden Mittel zur Erleichterung der Sauerstoffversorgung der thätigen Organe benutzen wird. Sollte er nicht auch in diesem Sinne eine Neubildung oder Ausfuhr bedeutenderer Mengen von roten Blutkörperchen aus den blutbereitenden Organen ins Werk setzen?

Um zu einer sicheren Beantwortung dieser Frage zu gelangen, müssen wir auf analoge Prozesse eingehen, bei denen es sich ganz unzweifelhaft um eine Neubildung körperlicher Elemente handelt. Bei einem grösseren Aderlass, der ungefähr $^1/_3$ des Gesamtblutes entfernte, dauert es mindestens mehrere Wochen, bis der Verlust ersetzt ist. Ferner mühen wir uns bei einer einfachen Anämie oder Chlorose oft monatelang vergebens ab, ehe wir trotz aller angewandten Mittel wirkliche Erfolge (Erhöhung des spec. Gewichtes und der Blutkörperchenzahl) aufweisen können. Einige neuere Arbeiten bringen die gleiche Beobachtng, genau mit Zahlen belegt, zum Ausdruck.

Stierlin (Deutsches Archiv für klin. Medizin 1889) zählte bei Kindern einer Ferienkolonie die roten Blutkörperchen. Nach beendeter Kur, also nach mehreren Wochen, konnte er in $^2/_3$ der Fälle eine Vermehrung — im Mittel cr. 20 % — konstatieren, während der Hämoglobingehalt unverändert blieb. Die Zunahme, die unzweifelhaft auf einer Blutneubildung beruht, dürfte sich hier leicht erklären durch frische Luft, Sonne, vermehrten Appetit, grössere körperliche Bewegung und erhöhten Stoffumsatz in Muskeln und Drüsen. Als Hauptfaktor ist jedenfalls das erhöhte Sauerstoffbedürfnis anzusehen; alle Gewebe sind besser ernährt worden und haben an Umfang zugenommen. Aehnlich liegt nun die Sache beim Aufenthalt auf Bergeshöhen. Viault (Comptes rendus CXI) beobachtete nach 14-tägigem Aufenthalt in den Höhen von Peru und Bolivia bei sich und dann auch bei anderen Personen pro

cbmm. 7000000, nach 3 Wochen sogar 8000000 Zellen. In Uebereinstimmung damit fand Egger (Verhandl. des XII. Kongresses für innere Medizin Seite 262) im Hochgebirge bei den roten Blutkörperchen eine Steigerung von 5400000 auf 6290000 (= 20% Zunahme), im Hämoglobingehalt eine solche von 7% nach 13 Tagen, von 15,3 % nach 36 Tagen. In diesen Fällen ist die Zunahme wohl sicher als eine Neubildung aufzufassen, die dadurch bedingt ist, dass unter dem sinkenden Luftdruck die Sauerstoffzufuhr erschwert ist. In jüngster Zeit sucht aber Grawitz auch diese Blutveränderung aus einfacher Eindickung infolge gesteigerter Verdunstung zu erklären. Auch giebt Fick (Pflügers Archiv 1895) zu erwägen, dass in der an Sauerstoff ärmeren Atmosphäre die roten Blutkörperchen vielleicht eine längere Lebensdauer besässen und sich so wenigstens ein Teil der Zunahme erklären liesse. Ebenso wäre es denkbar, dass hier z. T. auch wieder vasomotorische Einflüsse eine Rolle spielen. Jedenfalls ist aber in allen diesen Beobachtungen, z. T. freilich unter pathologischen Verhältnissen, die Neubildung verhältnismässig langsam vor sich gegangen, und es wäre im höchsten Maasse auffällig, wenn ein Marsch von 6 Stunden, so ungewohnte Anforderungen er auch an den Organismus stellen mag, in Bezug auf eine Neubildung etwas Nennenswertes leisten würde, wozu unter anderen Umständen mehrere Wochen erforderlich sind.

Dazu kommt noch, dass kernhaltige Erythrocyten oder Uebergangsformen aus Leukocyten nie von uns beobachtet sind; dies ist allerdings auch bei anämischen Zuständen, deren langsame Besserung man genau verfolgen kann, nur selten der Fall. Sodann aber müsste, — und das ist wohl der Haupteinwand — wenn thatsächlich während des Marsches eine beträchtliche Neubildung von Körperchen stattfindet, dieses mühsam geschaffene Material im Laufe der nächsten Stunden (nach einer Stunde erhält man noch, trotzdem Respiration, Herzthätigkeit pp. längst schon zur Norm zurückgekehrt sind, bedeutende Ausschläge!) wieder schnell zu Grunde gehn. Derartige Prozesse sind aber im Organismus etwas ganz Ungewöhnliches. Der normale Zustand wird bei uns in ganz mechanischer Weise

durch Wasseraufnahme binnen kurzem wieder hergestellt. Damit können wir aber Neubildung bezw. Zerstörung von roten Blutkörperchen, wenngleich über die Lebensdauer dieser Elemente noch viel Unklarheit herrscht, in keiner Weise vergleichen. Und somit wäre die Frage nach einer irgendwie erheblichen Neubildung während des Marsches endgültig zu verneinen.

Wir müssen uns demnach für die auffallenden Resultate in dem spec. Gewicht und der Körperchenzahl, welche sich durch eine Konzentration des Blutes infolge des Schwitzens nicht erklären lassen, nach anderen Gründen umsehen. Bereits Leichtenstern hat darauf aufmerksam gemacht, dass das Schwitzen durchaus nicht immer von einem Steigen des Hämoglobingehaltes bezw. spec. Gewichts begleitet sei; unter 6 darauf bezüglichen Versuchen fielen 2 negativ aus. S. Scholkoff kam zu ähnlichen Resultaten, Hammerschlag konnte dagegen in 4 Fällen stets ein Erhöhung konstatieren. Auch Tarchanoff (Pflügers Archiv Bd. 23 und 24) hatte schon früher in 13 Versuchen, die er behufs Bestimmung der Blutmenge im lebenden Menschen unter grossen Vorsichtsmaassregeln angestellt hatte, stets eine ausgesprochene Erhöhung des Hämoglobingehaltes nach einem halbstündigen Schwitzen im russischen Dampfbade erhalten. Hingegen fand Grawitz (Zeitschrift für klin. Medizin 1892 und neuerdings Zentralblatt für klin. Medizin 1894) bei seinen Untersuchungen in 12 Fällen eine — individuell verschiedene — Steigerung der Blutdichte beim künstlichen Schwitzen, in 6 dagegen (also in 33%) trotz reichlichen Wasserverlustes ein annäherndes Gleichbleiben oder sogar eine Erniedrigung. Diese anscheinend paradoxen Ergebnisse glaubt er durch gewisse Wechselverhältnisse zwischen Blut- und Gewebsflüssigkeit, die durch vasomotorische Einflüsse bedingt sind, erklären zu können. Bei Einwirkung von Kälte „findet mit der Kontraktion der Blutgefässe und der Steigerung des Blutdruckes eine Konzentration des Blutes, d. h. ein Austritt von Flüssigkeit statt"; dagegen zeigt sich bei Erwärmung der Körperoberfläche „mit der Dilatation der Gefässe und dem Sinken des Blutdruckes ein Uebertritt von Flüssigkeit in das Blut." Grawitz nimmt demnach an, dass bei den

sechs negativ ausgefallenen Versuchen „der vasodilatatorische Einfluss der Wärme auf die Gefässe soweit überwiegt, dass trotz der Abgabe des Schweisses eine Verdünnung des Blutes eintritt."

Knöpfelmacher (Wiener klin. Wochenschrift 1893) erklärt die nach kalten Bädern beobachtete Zunahme der roten Blutkörperchen in ähnlicher Weise.

Wenn sich eine derartige Hypothese begründen lässt, dann würden wir dadurch allerdings über manches auffallende Resultat in unseren Tabellen Aufschluss erhalten können. Denn auch bei uns handelte es sich um erhöhte Temperaturen. Zumeist war nach dem Marsche die Körperwärme auf gegen 38° gestiegen, es sind aber bisweilen auch, namentlich bei starker Belastung, Fälle von 39° zur Beobachtung gekommen; der höchste Wert betrug bei sehr schwülem Wetter 40,5° (Marsch XIV H. F.). Die Folge davon war bei der Heimkehr eine bedeutende Dilatation der Gefässe, die sich meist schon äusserlich durch eine starke Rötung im Gesicht bemerkbar machte. Diese Erweiterung, welche also nach Grawitz einer Verdünnung des Blutes gleichkommt, wurde aber meist wieder dadurch ausgeglichen, dass die Herzthätigkeit bedeutend gesteigert war. Während im Mittel 100 bis 120 Pulsschläge gezählt wurden, gehört auch die Zahl 150 in der Minute durchaus nicht zur Seltenheit. Das Blut floss also mit grösserer Geschwindigkeit durch die erweiterten Gefässbezirke. Der Blutdruck war jedoch während der körperlichen Arbeit, wie dies Zuntz sowie Kauffmann durch Messungen am arbeitenden Pferde festgestellt haben, in den grossen Gefässstämmen verringert. Alle diese Punkte bieten aber individuell grosse Schwankungen dar. Und je nachdem mehr die Dilatation zur Geltung kommt oder die vermehrte und erhöhte Herzaktion, würde nach Grawitz auch der allgemeine Einfluss der Wasserabgabe infolge des Schwitzens und damit auch das spec. Gewicht und die Zahl der roten Blutkörperchen mehr oder weniger modifiziert werden.

Derartige Austauschverhältnisse zwischen Blut und Gewebsflüssigkeit lassen sich aber experimentell nur dann mit genügender Schnelligkeit erzeugen, wenn die chemische

Zusammensetzung von ersterer oder letzterer sich ändert. Einspritzungen von Zuckerlösungen oder destilliertem Wasser in das Blut haben dasselbe nach mehreren Minuten zum grossen Teil wieder verlassen. Transfundiert man aber physiologische Kochsalzlösung, so stimmen nach Cohnstein und Zuntz (l. c.) die nach dem Eingriff vorgenommenen Zählungen der roten Blutkörperchen mit den aus der Verdünnung berechneten Werten befriedigend überein. Erst nach einer, oder gar mehreren Stunden wird das Blut wieder koncentrierter. Bei einer gleichen wasseranziehenden Kraft findet also, von abnorm hohen Druckverhältnissen abgesehen, längere Zeit hindurch kein Austausch zwischen Blut- und Gewebsflüssigkeit statt. Bei unseren Märschen kann es sich daher nur insoweit um einen Uebertritt von Wasser aus den Geweben handeln, als die chemische Zusammensetzung des Blutes infolge des Schwitzens sich änderte; es trat nur soviel über, dass die Isotonie von Blut- und Gewebsflüssigkeit stets erhalten wurde. Wir haben also kein Recht anzunehmen, dass schon bei Erschlaffung des vasomotorischen Apparates nach Wärmeeinwirkung in nennenswerter Weise Flüssigkeit aus den Geweben in das Blut übertritt.

Winternitz (Centralblatt für klin. Medizin 1893) glaubt die Vermehrung der roten Blutkörperchen, welche er nach kalten Bädern aller Art sowie nach aktiver Muskelthätigkeit wahrnahm, durch eine andere Verteilung der Körperchen in der Blutbahn erklären zu müssen. Unter gewöhnlichen Bedingungen sollen nach ihm in gewissen Organen Stauungen, Anhäufungen von weissen und roten Blutkörperchen statthaben, welche unter günstigen Cirkulationsverhältnissen in den allgemeinen Kreislauf geworfen werden. Winternitz rechnet hierhin namentlich Aenderungen der Herzaktion und des Gefässtonus. Er knüpft daran die Bemerkung, dass durch eine derartige Mitarbeit bis dahin unbenutzter Zellen der Gesamtstoffwechsel und die Sättigung der Zellen mit Sauerstoff eine bessere werde, und sucht so den Nutzen kalter Bäder und der Muskelthätigkeit theoretisch zu begründen. Seine Ausführungen sind, namentlich wohl deshalb, weil die Existenz derartiger, „präformierter Zellen“ nicht scharf bewiesen ist, von verschiedenen Seiten (Knöpfel-

macher und Grawitz) bekämpft worden. Indes spricht die schon wiederholt erwähnte Cohnstein-Zuntz'sche Arbeit, die im wesentlichen das Ergebnis direkter mikroskopischer Studien ist, eher für dieselben.

Die hauptsächlichen, uns hier interessierenden, Verhältnisse sind nach diesen Autoren folgende: Beim normalen Kreislauf bilden die Blutkörperchen in den meisten Kapillaren eine dichte Kolonne; doch giebt es auch einzelne Kapillaren, durch die nur hier und da ein Blutkörperchen hindurch schiesst („Vasa serosa"). Nach vasodilatatorischen Einflüssen, z. B. Durchschneidung des Rückenmarks, erweitern sich sämtliche Gefässe stark und alle Kapillaren sind dicht gefüllt mit Blutkörperchen. Dies erklärt sich so, dass „das vorher in den Kapillaren überschüssig vorhandene Plasma sich gleichmässig im ganzen Blute verteilt und dies verdünnt." Da wir zu unsern Versuchen Kapillarblut benutzen, muss hier eine Vermehrung eintreten, in den grossen Stämmen dagegen eine Verminderung an Blutkörperchen. Dagegen tritt nach Reizung des Rückenmarks durch stärkere Ströme eine Kontraktion der kleinen Gefässe auf, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Blutkörperchen werden grösser, die Zahl der vasa serosa nimmt zu. In diesem Fall findet also im Kapillargebiet eine relative Ansammlung von Plasma statt, was einer Verringerung der körperlichen Elemente in den Kapillaren, einer Vermehrung in den grossen Gefässstämmen entspricht.

Wenden wir diese Verhältnisse auf die Muskelthätigkeit an, so ergiebt sich zunächst aus den Untersuchungen Hamburgers (Zeitschrift für Biologie Bd. 30), dass die Lymphbildung vermehrt ist. Hamburger fand am Pferde, dass die normale Quantität Lymphe „durch ziemlich schwere Arbeit bis zum Vierfachen, durch weniger angestrengte Arbeit (Gehen) fast bis zum Dreifachen gesteigert wird." Indes bleibt es unentschieden, welchen Einfluss diese vermehrte Lymphbildung auf die Blutdichte ausübt, da uns jeder Anhaltspunkt dafür fehlt, ob die Lymphe aus dem Blute oder aus den Geweben stammt. Im letzteren Falle würde es natürlich zur Blutverdünnung kommen. Dagegen trägt die wasseranziehende Kraft des thätigen Muskels,

welche nach Loeb weit grösser ist als die des ruhenden, sicher zur Eindickung des Blutes bei. Was nun die Vermehrung der Pulsfrequenz und die Steigerung der Atmung, verbunden mit stärkerer Aspiration von Blut aus dem Venensystem betrifft, so wirken diese Momente ebenso wie die durch die Thätigkeit des Marschierens stark erweiterten Muskelgefässe auf den Blutstrom fördernd ein. Eine Förderung des Blutstroms lässt aber nach Zuntz die Blutkörperchen in den grossen Stämmen wahrscheinlich zunehmen, in den Kapillaren dagegen abnehmen, was mit den Winternitz'schen Angaben stimmt. Dagegen wird der erhöhte Blutdruck im Kapillargebiet dasselbe wieder ausdehnen, wodurch der Gehalt an Blutkörperchen in ihm wohl wieder vermehrt wird. Es scheint also fast, als ob diejenigen Momente vorwiegen, welche die Zahl der Blutkörperchen in den Kapillaren vermindern. Dadurch würde sich vielleicht die auf Seite 46 erwähnte Beobachtung erklären, dass bei starker Belastung, wo dergleichen mechanische Aenderungen der Cirkulation mehr hervortreten, die Zunahme bisweilen geringer erscheint. Indes ist eine genaue Abgrenzung aller dieser Einflüsse für den einzelnen Fall unmöglich. Auch spielen dieselben gegenüber der Blutkonzentration durch Schwitzen immer nur eine untergeordnete Rolle.

Wir haben zum Schluss dieses Teiles noch den Punkt zu erwägen, ob durch die längere Zeit fortgesetzte körperliche Arbeit nicht eine dauernde Erhöhung im spec. Gewicht, bezw. in der Blutkörperchenzahl eintritt. Man sollte eigentlich meinen, es müsste eine derartige Zunahme stattfinden, da doch alle Gewebe, namentlich die Muskeln, nach mehrmonatlicher Thätigkeit besser genährt sind. Indes ist dies nicht der Fall. Das spec. Gewicht und ebenso die Zahl der roten Blutkörperchen ist bei allen Herren bei Beginn des 28. Marsches genau dasselbe wie beim ersten. Während Jones, Schmaltz und Hammerschlag zwar bereits durch verhältnismässig kleine Eingriffe eine Steigerung erzielten, nach Verlauf von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde meist aber wieder der normale Zustand sich einstellte, konnten wir, der beträchtlichen Umwälzung im ganzen Organismus proportional, oft noch nach einer vollen Stunde (in einigen

wenigen Fällen mussten wir aus äusseren Gründen so lange warten) bedeutende Aenderungen konstatieren. Am anderen Morgen aber war alles wieder in seinem gewohnten Zustande; der Wasserverlust war schnell ersetzt worden. Ich kann demnach die Angabe von L. Jones, der eine Steigerung in der Blutdichte um 6 Einheiten, welche er bei zwei Cirkusskünstlerinnen im Vergleich zu anderen Frauen fand, der fortgesetzten Muskelthätigkeit zuschrieb, nicht bestätigen. Eine ganz seltsame Notiz finde ich ferner bei Cadet (Étude physiologique des éléments figurés du sang, Paris 1881). Dieser untersuchte erst im April und dann im September desselben Jahres nach mehrmonatlicher Erntearbeit das Blut und fand bei den Leukocyten nichts Besonderes, bei den Erythrocyten dagegen auffallender Weise eine ausgesprochene Verminderung, in einem Falle 1100000, im anderen 4—600000 weniger. Ich brauche kaum anzuführen, dass unsere Tabellen mit derartigen Angaben in völligem Widerspruche stehen.

Bei den weissen Blutkörperchen ist nur in einem Fall nach dem Marsch eine geringe Abnahme beobachtet worden (Marsch VI, H. F.), welcher indes, da sie in die erste Zeit unserer Untersuchungen fällt, wohl kein Wert beizumessen ist, sonst stets eine mehr oder minder beträchtliche Steigerung. Diese schwankt zwischen einigen Hunderten und etwa 7000; die meisten Werte liegen zwischen 2000 und 5000. Die procentische Zunahme beläuft sich auf 3,7 % bis 108,4 %. Das Verhältnis der weissen zu den roten Blutkörperchen ist, wie ich hier gleich anführen will, für H. C. = 1 : 537, H. B. = 1 : 576, H. F. = 1 : 695, H. S. = 1 : 748, H. P. = 1 : 634; im Mittel 1 : 638 gegen 1 : 835 vor dem Marsch. Die äussersten Werte sind 1 : 1188 und 1 : 438 gegen 1 : 1281 und 1 : 577. Procentisch berechnet haben also die weissen Blutkörperchen stärker zugenommen als die roten. Im einzelnen ergeben sich folgende Werte:

H. C.: Im Mittel 9490 gegen 6410, Zunahme 3080 = 48 %. Maximum und Minimum der Zunahme: 1460 = 19,3% und 6410 = 74 %. H. B.: Im Mittel 9860 gegen 6960, Zunahme 2900 = 41,6 %. Grenzwerte sind: 260 = 2,8 % und 5410 = 83,6 %.

H. F.: Im Mittel 8660 gegen 5840, Zunahme 2820 = 48,3 %. Grenzwerte sind: 300 = 4,7 % und 7490 = 108,4 %.

H. S.: Im Mittel 8330 gegen 5860, Zunahme 2470 = 42,1 %. Grenzwerte: 990 = 14,8 % und 4380 = 98,4 %.

H. P.: Im Mittel 10250 gegen 7340, Zunahme 2910 = 39,6 %. Grenzwerte: 300 = 3,7 % und 6935 = 98,2 %.

Als Gesamtmittel ergiebt sich demnach 9320 Zellen gegen 6480; dies entspricht einer Zunahme von 2840 = 43,8 % nach dem Marsch. Als Grund für diese ziemlich bedeutende Steigerung ist zunächst wieder die Koncentration des Blutes anzuführen. Durch die Verminderung seines Gesamtvolumens rücken auch die weissen Blutkörperchen dichter zusammen und ergeben somit pro cbmm eine grössere Anzahl. Die von Grawitz, Conheim-Zuntz pp. angegebenen Momente: Individualität, grössere Durchflussgeschwindigkeit, Gefässerweiterung u. a. kommen hierbei ebenfalls in Betracht. Indessen kann man sich aus der Höhe des Wasserverlustes über den Grad der Vermehrung der Leukocyten nur im allgemeinen ein Urteil bilden; es sprechen eben, viel mehr noch als beim spec. Gewicht und den roten Blutkörperchen, auch andere Momente mit, welche bei der Aufstellung einer allgemein gültigen Regel sehr zu berücksichtigen sind. So bildet Marsch XXI (starker Schweiss, brennende Sonne) und Marsch XIX (bewölkt, nur die letzten 5 km anstrengend) auch in der Zahl der Leukocyten einen recht deutlichen Gegensatz. Dagegen zeigt der schon wiederholt angeführte, z. T. verregnete Marsch XXII trotz einer sehr unbedeutenden Gewichtsabnahme doch annähernd gleiche Ausschläge wie Marsch XXVI (Hitze, starker Schweiss) oder (von H. B. abgesehen) Marsch XXV (anstrengend, sonnig, mässig bewölkt).

Die grössere oder geringere Belastung scheint von keinem direkten erheblichen Einflusse zu sein (cfr. Marsch VI und XVI, XXIII— XXV und XXVI—XXVIII), wenn gleich die hohen Zahlen von 11000, 12000 und darüber meist nur bei 27 oder 31 kg Belastung auftreten. Auch eine Zusammenstellung der Märsche in 3 Gruppen, wie bei der Blutdichte und dem roten Blutkörperchen, lässt keinen sicheren Schluss zu. Es ergiebt sich

	Gruppe I.	Gruppe II.	Gruppe III.
für H. C.	4150	4170	2900
H. B.	3120	2190	3890
H. F.	1920	2730	2780
H. S.	2920	2640	2020
H. P.	3220	2900	2140
Gesamtmittel:	3060	2920	2750

Also bei C. S. P. eine Abnahme mit steigender Belastung, namentlich in Gruppe III, bei B und F dagegen eine Zunahme.

Wohl aber ist das subjektive Gefühl der Ermattung für die Höhe des Ausschlags oft als bedeutender Faktor anzusehen. In dieser Hinsicht zeigen sich besonders schwüle Witterung und schwacher oder gar fehlender Wind von Wichtigkeit; XII H. F., XIV H. C. und XXVII H. C. mögen hierfür als Beispiel dienen. Unter diesen Begriff der Ermüdung würde es auch fallen, dass sich dann bisweilen eine besonders starke Vermehrung erkennen liess, wenn mehrere Ruhetage verstrichen waren, oder wenn Belastung bezw. Weglänge plötzlich gesteigert wurden (XVII H. C. XVIII ganz. XX H. C). Damit in Uebereinstimmung trat auch, wenn die zu leistende Arbeit plötzlich verringert wurde, öfters nur ein unbedeutender Ausschlag auf (XIX Herr B. S. und P.). Am zweiten und dritten aufeinander folgenden Marschtage hatte sich aber der Organismus dem Wechsel nicht angepasst, und es wurde, wenn nicht äussere Umstände, namentlich meteorologischer Natur, anders einwirkten, wieder die gewöhnliche Steigerung (cr. 40%) konstatiert. Ich muss jedoch bemerken, dass sich durchaus nicht alle Ergebnisse in dieser Weise erklären lassen.

Der Einfluss der Nahrungsaufnahme auf die Leukocyten ist für uns an dieser Stelle nur von untergeordnetem Interesse. Die flüssigen Bestandteile wirkten der Konzentration des Blutes entgegen, hätten also eine Verminderung herbeigeführt, die durch die reichliche Wasserabgabe jedoch völlig ausgeglichen wurde. Die festen Speisen, welche eine Verdauungsleukocytose bedingen, kommen ihrer geringen Menge wegen überhaupt kaum in Betracht.

Es fragt sich nun, ob sich die Steigerung durch die angeführten Momente völlig erklären lässt, ob also die Zunahme nur auf einer Konzentration des Blutes pp. beruht oder etwa, wie es für die roten Blutkörperchen allerdings

zum mindesten unwahrscheinlich ist, auch auf einer erhöhten Zufuhr weisser Elemente in den Blutstrom. Wahrscheinlich wird die letztere schon dadurch, dass die prozentische Zunahme der weissen und roten Blutkörperchen, wie auch Knöpfelmacher und Cohnstein-Zuntz angeben, eine ganz verschiedene ist (43 % und 9 %). Eine sichere Entscheidung in diesem Punkte lässt sich aber meiner Ansicht nach nur dadurch herbeiführen, dass das Verhältnis zwischen den einzelnen Arten der Leukocyten vor und nach dem Marsche genau festgestellt wird; ändert sich dieses, so reicht die Eindickung des Blutes zur Erklärung nicht aus. Zu diesem Zwecke bestimmten wir in Trockenpräparaten die polynukleären Leukocyten, denen wir auf Prof. Ehrlichs Vorschlag auch die recht spärlichen grossen mononukleären und sogenannten Uebergangsformen zuzählten, sodann die einkernigen kleinen Lymphocyten mit dem grossen Kern und sichelförmigen Protoplasmaleib und endlich die eosinophilen Zellen. Die Resultate, die wir hierbei erhalten haben, sind in den folgenden Reihen verzeichnet; auch die absoluten Zahlen finden, da sie weiterhin für uns wichtig sind, in ihnen ihren Platz. Untersucht sind aus Mangel an Zeit nur H. B. und P. welche gerade deshalb genommen wurden, weil mit ihnen auch die anstrengenden Respirationsversuche auf der Tretmühle angestellt sind und somit noch grössere Ausschläge zu erwarten waren. Ferner wurde bei den genannten Herren in der Zeit, in welche unsere Untersuchungen fallen, die Nahrungsaufnahme und Stoffabgabe genau kontrolliert, so dass sich Fehlerquellen in dieser Beziehung sicher vermeiden liessen.

Herr B.

	Polynukl. Leukocyten.	Lymphoc.	Eosin. Zellen	Gesamtzahl.
Marsch XXIII vorher	73 %	24 %	3 %	6990
nachher	79 -	21 -	0 -	10620
Absol. Aenderung	+ 3285	+ 560	—	+ 3630
Marsch XXV vorher	71 %	27 %	2 %	7980
nachher	82 -	15 -	3 -	12550
absol. Aenderung	+ 4625	—270	+ 215	+ 4570
Marsch XXVI vorher	69 %	28 %	3 %	6710
nachher	76 -	20 -	4 -	10340
absol. Aenderung	+ 3225	+ 190	+ 215	+ 3630

Marsch XXVIII vorh.	69 %	28 %	3 %	7850
nachher	78 -	20 -	2 -	11050
absol. Aenderung	+ 3200	+ 15	—15	+ 3200

Herr P.

Marsch XXIII vorher	71 %	27 %	2 %	6800
nachher	77 -	21 -	2 -	11740
absol. Aenderung	+ 4210	+ 630	+ 100	+ 4940
Marsch XXIV vorher	70 %	27 %	3 %	7800
nachher	80 -	19 -	1 -	9900
absol. Aenderung	+ 2460	—225	—135	+ 2100
Marsch XXV vorher	71 %	23 %	6 %	8800
nachher	78 -	19 -	3 -	10410
absol. Aenderung	+ 1870	—40	—220	+ 1610
Marsch XXVI vorher	72 %	24 %	4 %	7720
nachher	79 -	19 -	2 -	11220
absol. Aenderung	+ 3305	+ 280	—85	+ 3500
Marsch XXVII vorher	69 %	27 %	4 %	8050
nachher	77 -	21 -	2 -	11280
absol. Aenderung	+ 3130	+ 195	—95	+ 3230
Marsch XXVIII vorh.	67 %	30 %	3 %	7850
nachher	76 -	23 -	1 -	10030
absol. Aenderung	+ 2360	—45	—135	+ 2180

Ausserdem sind als Ruhewerte erhalten für H. B:

72 %	polynukl. Leukoc.	26 %	Lymphoc.	2 %	Eosin. Zellen.
72	„	27 -	„	1 -	„
70 -	„	26 -	„	4 -	„
71 -	„	24 -	„	5 -	„
71 -	„	25 -	„	4 -	„
70 -	„	28 -	„	2 -	„
71 -	„	28 -	„	1 -	„

Für H. P.

72 -	„	25 -	„	3 -	„
69 -	„	27 -	„	4 -	„
71 -	„	26 -	„	3 -	„
67 -	„	29 -	„	4 -	„

Es finden sich demnach vor dem Marsch 70,3 % polynukleäre Leukocyten, 26,5 % Lymphocyten und 3,2 % eosinophile Zellen; Zahlen, die mit dem Ehrlichschen Angaben sehr gut stimmen. Durch den Marsch nimmt relativ die erste Gruppe zu, die zweite ab, die dritte ebenfalls, wenn auch im geringeren Grade; das Verhältnis lautet

jetzt 77,8 %—20,3 %—1,9 %. Absolut betrachtet werden durch die körperliche Anstrengung die mehrkernigen vermehrt, die Lymphocyten halten sich ungefähr auf derselben Höhe, und die eosinophilen Zellen sind bei H. P. stets beträchtlich vermindert, während sich bei H. B. über dieselben nichts Bestimmtes aussagen lässt. Es scheint jedoch, als ob auch bei den kleinen Lymphocyten in der Mehrzahl der Fälle, namentlich bei starker Gesamtzunahme, eine geringe Steigerung auftrete. Indes sind die erhaltenen Werte — dies gilt auch von den wenigen negativen — z. T. so geringfügig, dass sie vielleicht nur als Beobachtungsfehler anzusehen sind. Als wichtiges Resultat ist jedenfalls für uns, da die dritte Gruppe wegen ihrer geringen Menge nicht in Betracht kommen kann, die erhebliche Vermehrung der mehrkernigen Zellen zu betrachten; d. h. es findet thatsächlich während des Marsches ein Uebertritt von Leukocyten in den Blutstrom statt.

Woher kommen dieselben und warum beteiligen sich gerade die mehrkernigen Gebilde an der Vermehrung? Zur Beantwortung dieser Frage, die in der Litteratur in Bezug auf körperliche Anstrengungen bisher recht wenig behandelt ist, muss ich auch die anderen experimentell erzeugbaren und speciell die nach Nahrungsaufnahme entstehende Leukocytose heranziehen, da diese in vielen Punkten mit der von uns beobachteten grosse Aehnlichkeit besitzen, ja sogar in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten als identisch damit erklärt sind. Virchow, der den Begriff der digestiven Leukocytose aufstellte, erklärt sie bekanntlich dadurch, dass die Mesenterialdrüsen durch den zugeführten Chylussaft gereizt würden. Von ähnlichen Gesichtspunkten geht Pohl aus (Archiv für experimentelle Pathologie Bd. XXV), der eine Stunde nach der Nahrungsaufnahme im Darmvenenblut weit mehr Leukocyten fand als in der zuströmenden Arterie. Er schloss hieraus, dass während der Verdauung im lymphatischen Darmgewebe eine lebhafte Neubildung aus den aufgenommenen Nährstoffen mit darauf folgender Ausschwemmung in die Blutbahn vor sich gehe. Die Leukocytose, welche bei vielen akut fieberhaften Krankheiten auftritt, betrachten Limbeck und Römer ebenfalls als eine vermehrte Neubildung, teils durch Bakterien selbst, teils durch die von ihnen gebildeten Proteïne bedingt. Auch Löwit nimmt als Hauptgrund an:

„einen vermehrten Zufluss jugendlicher leukocytärer Elemente aus den die Blutzellen bildenden Organen.“ Desgleichen hält Jacob (Archiv für Physiologie 1893) an einer Neubildung fest.

Rieder (Beiträge zur Kenntnis der Leukocytose 1892) sieht zwar auch noch eine Neubildung als bestehend an, das wesentlichste Moment ist aber nach ihm eine abnorme Verteilung der Leukocyten im kreisenden Blute zu Gunsten der peripheren Gefässbahnen. Zu einer ähnlichen Anschauung kommt Zuntz, namentlich im Anschluss an die Randschichtenbildung Cohnheims, desgleichen Knöpfelmacher, Winternitz (nach kalten Bädern und Muskelthätigkeit) und Thayer (Bull of the John Hopkins Hospital, Baltimore Vol. IV). Besonders eingehend hat sich mit dieser Frage auch Schultz beschäftigt (Dissertation, Leipzig 1893), namentlich in Vergleichung mit einigen Ergebnissen nach körperlicher Arbeit. Auch er sieht in der Vermehrung nach Nahrungsaufnahme nur eine andere Verteilung aus den centralen grossen Venen nach der Peripherie hin. Als Gründe führt er an den stärkeren arteriellen Zufluss infolge der Nahrungsaufnahme, ferner das Verdauungsfieber, das mit erhöhter Pulsfrequenz einhergeht und dadurch viele wandständige Zellen mit fortreisst, endlich infolge der Magenerweiterung eine Venenkompression, welche die Strömungsgeschwindigkeit in ihnen beschleunigt.

Diese Momente sind auch für uns von grosser Bedeutung. Respiration und Herzschlag, namentlich der letztere, war nach den Märschen sehr beträchtlich vermehrt; die Temperatur zeigte sich, wie bereits früher erwähnt, meist bis auf 38°, in seltenen Fällen bis auf 39°—40° erhöht. Der Unterschied ist nur der, dass die Märsche in der Leukocytose noch weit höhere Ausschläge nach sich ziehen als die Verdauung. Zu bedenken ist ferner, dass eine grössere venöse Durchströmungsgeschwindigkeit, wie sie sich Schultz im Anschluss an die Magenerweiterung denkt, für den thätigen Muskel eine streng bewiesene Thatsache ist. Zu erwägen ist jedoch, dass diese verbesserten Cirkulationsverhältnisse in erster Linie den Extremitäten und dem Kopfe zugute kommen. Im Abdomen traten, wohl wegen des unbequemen, drückenden Gepäckes, oft

Stauungen auf. So liess sich an der Leberdämpfung nach dem Marsch, wenn auch nicht immer, eine Veränderung perkutorisch nachweisen, welche dieses Organ bis auf $4^1/_2$ cm im Langsdurchmesser vergrösserte. Auch für die Milz sind nach Analogie mit der Verdauung derartige Stauungsverhältnisse wahrscheinlich.

Es würden also für uns nur die wandständigen Zellen in den Muskelvenen, welche infolge der Steigerung von Druck und Geschwindigkeit losgerissen werden, in Betracht kommen. Nun produzieren aber nach Ehrlich und in Uebereinstimmung damit auch nach Muir (The journal of anat. and physiol. XXV) die blutbereitenden Drüsen fast nur einkernige Elemente, welche sich erst im Blute selbst in die mehrkernigen Formen verwandeln und als solche allmählich wieder zerfallen. Es erklärt sich demnach, wenn man mit Schultz die wandständigen Zellen als veraltete Gebilde betrachtet, welche meistens an der Intima grosser Gefässe haften, ganz einfach, warum der Zuwachs ausschliesslich polynukleärer Natur ist. Will man jedoch an einer Neubildung während des Marsches festhalten, so müsste auf dem kurzen Wege vom Entstehungsort in die Blutbahn bereits eine beträchtliche Umwandlung in die mehrkernigen Gebilde stattfinden, was wenig glaubhaft ist.

Der einzige absolute Zuwachs an Leukocyten, der nicht schon im Gefässsystem enthalten ist, wäre der aus den Lymphgefässen. Diese sind aber nach Pohl „ausserordentlich arm an organisierten Elementen“ (noch nicht 1000 Zellen im cbmm) und enthalten, was am wichtigsten ist, nur einkernige Gebilde. Es ist also gesteigertem Lymphzufluss jedenfalls nur ein sehr unbedeutender Einfluss auf die Vermehrung der Leukocyten zuzuschreiben.

Gegen eine erhebliche Neubildung lässt sich auch anführen, analog den Verhältnissen bei den roten Blutkörperchen, dass die Leukocytose, namentlich nach Einwirkung kalter Bäder, sich beliebig oft erzeugen lässt, um dann binnen kurzem wieder zu verschwinden. Weit einfacher gestaltet sich bei uns die Annahme, dass wenn die Herzthätigkeit pp. zur Norm zurückgekehrt ist, der Ueber-

schuss an weissen Blutkörperchen sich wieder an den Gefässwänden festsetzt und so der Zählung entzogen wird.

Wenn nun, wie Schultz behauptet, Verdauungs- und Arbeitsleukocytose auf derselben Grundlage beruhen, so müssen in beiden Fällen die mehrkernigen Formen relativ und absolut zunehmen, die einkernigen relativ abnehmen, thatsächlich aber annähernd gleichbleiben. Dies ist auch nach dem Marsch bei uns stets der Fall; die Aenderungen gegen die Frühwerte belaufen sich bei den einkernigen Formen durchweg höchstens auf einige Hunderte. Dagegen geht aus den Beispielen, welche Schultz bei der Verdauungsleukocytose anführt, hervor, dass nach Berechnung der absoluten Zahlen auch die Lymphocyten eine beträchtliche Zunahme erfahren. Ich führe von seinen Resultaten das folgende an: Bei einer Gesamtzahl von 15900 Zellen vorher und 36000 nachher betragen die einkernigen Formen 26 % und 19 %; als absoluter Wert ergiebt sich daraus 3950 und 6840 Zellen, was doch wohl als beträchtliche Steigerung anzusehen ist. Ein Versuch, den Pohl am Hunde anstellte, führte zu einem ähnlichen Ergebnis: Vor der Fütterung 18554, darunter 16,5 % = 3060 einkernige Zellen, nach der Fütterung 29592, jetzt 13,5 % = 3995 einkernige Zellen. Dies erklärt sich vielleicht dadurch, dass auch einkernige Elemente an der Gefässwand haften und vom Blutstrom mit fortgerissen werden; oder aber — und dafür möchte ich mich entscheiden — es besteht zwischen der Verdauung- und Arbeitsleukocytose thatsächlich ein Unterschied. Bei der letzteren handelt es sich nur um die schon wiederholt angeführten Einflüsse der gesteigerten Herzthätigkeit pp, bei der ersteren ausserdem noch um eine Zufuhr vorher noch nicht in der Blutbahn enthaltener Elemente. Die Versuche Pohls (Gegensatz zwischen Darmvene und -Arterie) zwingen zu der Annahme, dass das lymphatische Darmgewebe in hervorragendem Maasse hieran beteiligt ist, die nicht unbedeutende Zunahme der einkernigen Zellen scheint aber dafür zu sprechen, dass auch die blutbereitenden Drüsen eine, wenn schon geringe Rolle hierbei spielen. Dass eine Vermehrung der Lymphocyten bei der Verdauung thatsächlich eintritt, geht auch aus acht Zählungen hervor, die ich da-

raufhin unternahm. Ich fand stets relativ zwar eine Abnahme, welche — verschieden nach der betreffenden Nahrung — im Durchschnitt etwa 2%—4% betrug, absolut betrachtet jedoch eine Zunahme pro cbmm, welche in ihrer Bedeutung noch nicht völlig klar gelegt ist, wahrscheinlich aber auch bei der Ernährung der ersatzbedürftigen Körpergewebe mitspielt (Pohl).

Ich habe zum Schluss noch kurz die Frage zu erörtern, ob sich in der Zahl der Leukocyten infolge der Märsche vielleicht eine dauernde Aenderung einstellt. Bei Herrn C, F und S kann davon keine Rede sein, die anderen beiden Fälle zeigen jedoch in der zweiten Hälfte der Märsche vielfach höhere Ruhewerte als in der ersten. Ich bin umsomehr geneigt, dies als eine dauernde Steigerung zu betrachten, weil an die beiden letzteren Herren täglich wegen der schon erwähnten mühsamen Respirationsversuche auf der Tretmühle körperlich weit höhere Anforderungen gestellt wurden.

Das Ergebnis dieser Blutuntersuchungen ist demnach folgendes: Im spec. Gewicht tritt durch einen Marsch von $24^3/_4$ km bei einer Belastung von 22—31 kg eine Erhöhung um 2—6 Tausendstel ein. Die roten Blutkörperchen nehmen um etwa 9%, die weissen um etwa 43% zu. Die Höhe der Aenderung ist weniger deutlich abhängig von der Belastung oder Weglänge als von den Witterungsverhältnissen. Der Grund für die Zunahme des spec. Gewichtes und der Erythrocyten, welche ziemlich genau parallel geht, ist im wesentlichen in einer Konzentration des Blutes zu suchen. Eine nennenswerte Neubildung von roten Blutkörperchen während des Marsches ist als unwahrscheinlich anzusehen, dagegen spielen gewisse mechanische Aenderungen der Cirkulation infolge vasomotorischer Einflüsse eine, wenn auch nur untergeordnete Rolle. Bei den weissen Blutkörperchen wirkt zunächst wieder die Eindickung des Blutes mit, den Hauptanteil an der Vermehrung der Leukocyten haben jedoch die von den Wänden grösserer Muskelvenen infolge der gesteigerten Herzthätigkeit fortgerissenen polynukleären Gebilde. Am Tage nach dem Marsche herrschen wieder normale

Verhältnisse, nur bei den weissen Elementen scheint besonders grosse körperliche Arbeit eine dauernde Steigerung zu bewirken.

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, den Herren Prof. Zuntz und Stabsarzt Dr. Schumburg für die Anregung zu der Arbeit und die überaus liebenswürdige Unterstützung in der Anfertigung derselben meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Thesen.

I.

Bei der akuten Septicaemie im Puerperium ist eine aktive Behandlung mit inneren Antipyreticis zwecklos.

II.

Gegen die Beerdigung der Leichen ist vom hygienischen Standpunkte aus nichts einzuwenden.

III.

Bei der Bestimmung der Blutdichte verdient die aräometrische Methode nach Hammerschlag vor der pyknometrischen nach Schmaltz den Vorzug.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Friedrich Karl Tornow, evangelischer Konfession, Sohn des Kirchhofsinspektors Julius Tornow zu Berlin, wurde am 30. November 1872 zu Sternberg in der Provinz Brandenburg geboren. Seine wissenschaftliche Vorbildung erhielt er auf dem Humboldt-Gymnasium zu Berlin, welches er Ostern 1891 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Vom 1. April bis 30. September 1891 diente er bei der 10. Kompagnie 3. Garde-Regiments zu Fuss. Im Oktober desselben Jahres wurde er in die königliche medizinisch-chirurgische Akademie für das Militär aufgenommen, welcher er zur Zeit noch angehört. Das Tentamen physicum bestand er im Juli 1893, das Tentamen medicum und Examen rigorosum im Juli 1895.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren:

v. Bardeleben, v. Bergmann, du Bois-Reymond, Dilthey, Engler, Ewald, Fischer, Fränkel, Geissler, Gerhardt, Goldscheider, Gurlt, Gusserow, Hartmann (†), Hertwig, v. Hofmann (†), Jolly, Israel, R. Köhler, Kossel, Kundt (†), G. Lewin, Leyden, Liebreich, Olshausen, Oppenheim, Rubner, Salkowsky, Schweninger, Schweigger, F. E. Schulze, Sonnenburg, Strassmann, Tilmann, R. Virchow, Waldeyer.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, wird Verfasser stets eine dankbare Erinnerung bewahren.